PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 3. 1. Februar 1905. Redaktionsschluss für No. 4 am 8. Februar 1905. 6. Jahrgang.

INHALT:

Ernst Abbe (Nachruf von F. Auerbach). S. 65.

Originalmitteilungen:

J. Elster u. H. Geitel, Weitere Untersuchungen über die Radioaktivität von Quellsedimenten. S. 67.

A. Herrmann u. F. Pesendorfer, Über die Radioaktivität des dem Karlsbader Sprudel entströmenden Gases. S. 70.

H. Mache u. E. v. Schweidler, Über die spezifische Geschwindigkeit der Ionen in der freien Atmosphäre. S. 71.

K. Schaum, Über die photographische Wirksamkeit des Ozons. S. 73.

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Bologna: Nr. 9: A. Bernini, Über den Einfluss der Temperatur auf die elektrische Leitfähigkeit des Lithiums. S. 74.

Mitteilungen aus dem physikalisch-mechanischen Institute von Prof. Dr. M. Th. Edelmann: Nr. 6: M. Edelmann, Universal-Vorlesungs-Projektionslampe. S. 78.

H. Lorenz, Die Wasserströmung in rotierenden Kanälen. (Beiträge zur Turbinentheorie.) S. 82.

Besprechungen:

W. Donle, Lehrbuch der Experimentalphysik für Realschulen und Realgymnasien. S. 88.

H. Langer, Grundriss der Physik für Lehrerseminare, höhere Mädchenschulen und verwandte Lehranstalten. S. 89.

G. Mélinat, Physik für deutschen Lehrerbildungsanstalten auf Grund der neuen amtlichen Bestimmungen vom 1. Juli 1901 bearbeitet. S. 89.

Astronomischer Jahresbericht. V. S. 89.

Arbeiten und Abhandlungen des Internationalen Bureaus der Gewichte und Masse. S. 90.

Sitzungsberichte des Internationalen Komitees der Gewichte und Masse. S. 92.

F. Nušl u. J. J. Frič, Studie über den Circumzenithal-Apparat. S. 93.

H. Servus, Die Störungen der Atmosphäre und des Erdinnern durch Sonne und Mond. S. 94.

E. Ariès, Die chemische Statik, auf der Grundlage der zwei Hauptsätze der Thermodynamik. S. 94.

M. W. Travers, Experimentelle Untersuchung von Gasen. S. 95.

F. Frankenhäuser, Berichtigung. S. 95.

Personalien. S. 96.

Ernst Abbe †.

Ein Nachruf bedeutet eine Resignation. Zunächst in dem Sinne, dass die Summe eines Lebens abgeschlossen vorliegt und dass nun nie mehr etwas hinzukommt; Resignation aber auch für den Schreiber, der seine Gefühle verbergen soll hinter nüchternen Angaben über die Äusserlichkeiten eines Lebenslaufes und hinter der Aufführung des thatsächlich Geleisteten.

Ernst Abbe wurde am 23. Januar 1840 als Sohn eines Eisenacher Textilarbeiters geboren, besuchte zuerst die Volksschule, dann, als Gönner sich seiner annahmen, das Realgymnasium seiner Vaterstadt, studierte in Jena und Göttingen Mathematik und Naturwissenschaften und promovierte daselbst, von Weber und Riemann geprüft, im Jahre 1861. Eine Stelle als Lehrer am Physikalischen Verein in Frankfurt gab er bald wieder auf, um sich 1863 in Jena als Privatdozent niederzulassen. Hier hielt er über verschiedene Themen Vorlesungen, widmete sich aber hauptsächlich seiner eignen weiteren Ausbildung, wobei er namentlich auch für die wissenschaftlichen Grundlagen der Instrumentenkunde Interesse gewann. 1866 entsprach er einer Aufforderung von Carl Zeiss, dem Inhaber einer kleinen mechanisch-optischen Werkstätte, für ihn Mikroskope zu berechnen; und dieser Aufgabe entledigte er sich in so erfolgreicher Weise, dass die Firma nach wenigen Jahren an der Spitze aller derartigen Betriebe stand. 1870 wurde er ausserordentlicher Professor, lehnte aber die Berufung zum Ordinarius und Direktor des neu zu begründenden physikalischen Instituts im Jahre 1874 ab, um seine Kräfte ausschliesslich der Firma Carl Zeiss, deren Mitinhaber er inzwischen geworden war, zu widmen. Auch das Amt eines Direktors der neu erbauten Sternwarte hat er nur nominell innegehabt, thatsächlich aber in andere Hände gelegt. Nach dem Tode von Carl Zeiss und dem Wiederaustritt von dessen Sohne Roderich brachte Abbe den Gedanken zur Ausführung, der sein ganzes Leben beherrscht hat: das Zeisswerk und das ihm inzwischen angegliederte Glaswerk „Schott und Genossen" — letzteres, soweit er Gesellschafter war — in eine Stiftung zum Besten der Werkthätigen und zum Wohle von Stadt und Universität Jena zu verwandeln. 1896 trat das jahrelang durchdachte Statut der Stiftung in Kraft. Seitdem ist Abbe lediglich erster Geschäftsleiter des Unternehmens gewesen, bis er, durch Überanstrengung und gefährliche Gegenmittel zerrüttet, sich im Jahre 1903 zurückziehen musste. Die Hoffnung seiner Freunde, er werde in der Musse neue Lebenskräfte sammeln, hat sich nicht erfüllt; am 14. Januar dieses Jahres ist er dahingegangen.

Abbes wissenschaftliche Thätigkeit, die uns hier am nächsten angeht, beschränkte sich mit wenigen Ausnahmen auf die Optik; hier aber hat er Grundlegendes geleistet. Dabei ist zu unterscheiden zwischen zwei getrennten und doch gerade durch Abbe in einen wichtigen Zusammenhang gebrachten Gebieten: der geometrischen und der physikalischen Optik. Was jene betrifft, so hat ihr Abbe, gegenüber seinen

Vorgängern Gauss und Möbius, eine allgemeinere Fundierung gegeben, indem er lediglich die Voraussetzung einer punktweise sich vollziehenden (kollinearen) Abbildung machte und so Gesetze und Formeln erhielt, die ganz allgemein gelten. Die Frage der Realisierung der Abbildung stellt nun eine selbständige Aufgabe dar, und auch an ihrer Lösung hat sich Abbe hervorragend beteiligt, so durch Förderung der Lehre von der Aberration und durch die Aufstellung des für die Berechnung optischer Systeme seither so wichtig gewordenen Sinussatzes. Des weiteren hat Abbe es zuerst unternommen, den wirklichen Gang der Lichtstrahlen in Instrumenten und die Bedeutung ihrer Begrenzung zu untersuchen; er ist damit der Begründer der Lehre von der Blendenwirkung, von der Bedeutung der Ein- und Austrittspupille geworden; alles Dinge, durch die es erst möglich wurde, die Grundlagen für die Festlegung der Bildeigenschaften (Schärfe, Helligkeit, Tiefe u. s. w.) zu gewinnen. Ein ganz neues Element brachte er in die geometrische Optik, indem er ihre Grenzen aufdeckte und nachwies, dass das Zurückgehen auf die Wellennatur des Lichtes, auf Interferenz und Beugung, unerlässlich ist, um die Wirkungsweise optischer Apparate zu verstehen. Wie sehr das der Fall ist, zeigt sich am eklatantesten in dem von Abbe nachgewiesenen Unterschiede prinzipieller Natur, der zwischen der Abbildung selbstleuchtender und derjenigen nichtselbstleuchtender Objekte besteht; beim Mikroskop z. B. ergibt sich auf diese Weise eine förmliche Umwälzung der Lehre von der Abbildung. Und schliesslich eröffnet sich so auch die Möglichkeit, über die Grenzen der Leistungsfähigkeit der optischen Instrumente und die Wege zu ihrer Hinausschiebung Klarheit zu gewinnen.

Soweit das Allgemeine. Im einzelnen verdankt die Wissenschaft wie die Technik Abbes analytischem Scharfsinn und synthetischem Geschick zahlreiche Apparate und Konstruktionen, die gegenwärtig in den Händen der Physiker und der Laien sind. Von den wissenschaftlichen Apparaten seien genannt das Spektrometer mit in sich zurückkehrendem Strahl, das Flüssigkeits- und das Halbkugel-Refraktometer, das vervollkommnete Dilatometer, eine Reihe von optischen Messinstrumenten und eine Reihe von, zunächst im Kopfe ersonnenen, inzwischen aber der Verwirklichung nahegebrachten Instrumenten für geophysikalische Zwecke. Auf dem Gebiete der Mikroskopie ragen an Bedeutung besonders hervor der Kondensor (Beleuchtungsapparat), die homogene Immersion und der Apochromat; auch der Zeichenapparat und das stereoskopische Okular seien erwähnt. Die Prismenkonstruktion der neuen Feldstecher ist von ihm neu ersonnen worden, und erst nachträglich hat sich durch einen Zufall herausgestellt, dass sie schon früher einmal gefunden worden war. Schliesslich ist es eines der grössten Verdienste Abbes, den Ruf nach der Herstellung mannigfaltiger optischer Glassorten erhoben und dadurch die Begründung des Jenaer Glaswerkes von Schott und Genossen veranlasst zu haben.

Wenn Abbes Verdienste jahrzehntelang in weiteren Kreisen fast völlig unbekannt blieben, so liegt das daran, dass er seine Arbeiten zum Teil gar nicht, zum Teil in wenig bekannten Zeitschriften veröffentlichte. So wurde seine Abbildungstheorie erst durch den Botaniker Dippel in den Grundzügen, in umfassender Weise aber erst durch Czapski bekannt gemacht; und mit der Herausgabe seiner gesammelten Abhandlungen sowie der auf seinen Arbeiten aufgebauten Instrumentaloptik (von jedem dieser Werke bisher ein Band erschienen) ist erst kürzlich von einer Vereinigung seiner Mitarbeiter begonnen worden. Ein reicher Schatz von Material aber, wozu auch der grösstenteils völlig originelle Inhalt seiner Vorlesungen gehört, liegt noch ungehoben da, und es muss abgewartet werden, inwieweit es möglich sein wird, ihn der Nachwelt zugänglich zu machen.

So sicher es ist, dass Abbes wissenschaftliche Leistungen ersten Ranges sind, so steht an allgemeiner Bedeutung doch seine sozialpolitische That noch höher; eine That, auf die näher einzugehen hier nicht der Ort ist.

Über allem aber steht seine herrliche Persönlichkeit. Dieser Mann, der, ganz aus sich heraus, eine Schöpfung vollzogen hatte, die Tausenden nutzbringende Arbeit und behagliches Dasein sicherte, dieser Mann, der Mitglied zahlreicher gelehrter Körperschaften und werkthätiger Vereine, von einigen sogar Ehrenmitglied war, dieser Mann, dem sein Wohnort und dessen Hochschule so unendlich viel verdankten, kannte doch als Richtschnur seines Handelns und als Befriedigung seines Innern keine andern Leitworte als: Wahrhaftigkeit, Unermüdlichkeit, Selbstlosigkeit; und es hiesse das Bild seiner Persönlichkeit, wie es in uns lebendig bleiben wird, trüben, wollte man sich hierüber des weiteren ergehen. Der Rest ist Resignation.

Felix Auerbach.

(Eingegangen 22. Januar 1905.)

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Weitere Untersuchungen über die Radioaktivität von Quellsedimenten.

Von J. Elster und H. Geitel.

In unserer Mitteilung[1]) über die Radioaktivität von Erdarten und Quellsedimenten in dieser Zeitschrift hoben wir hervor, dass gewisse Schlammproben aus den Badener und Nauheimer Thermen eine Radioaktivität besassen, welche an die der Uransalze heranreichte. Obwohl uns von dem aktivsten Badener Sediment (Quelle Ursprung) nur 200 Gramm und von dem etwa halb so aktiven Nauheimer Schlamme (Quelle Kurbrunnen) nur 400 Gramm zur Verfügung standen, so haben wir doch versucht, durch chemische Behandlung weitere Anhaltspunkte für die Natur der in diesen Sedimenten enthaltenen radioaktiven Stoffe zu gewinnen.

Verhalten des natürlichen Sedimentes vom Kurbrunnen in Nauheim. Die von den 400 Gramm Substanz ausgehende Emanation liessen wir in bekannter Weise 24 Stunden lang auf einen Bleidraht aktivierend einwirken. Die alsdann in Intervallen von 15 zu 15 Minuten am Zerstreuungselektrometer bestimmten Intensitäten der induzierten Strahlung waren diese:

Kurve I.[2]) (Beobachtung vom 4. VI. 04.)

(Graphisch dargestellt in Fig. 1.)

Natürliches Nauheimer Sediment.

Zeit in Minut.	15	30	45	60	75	90	105	120
Sediment . .	89,7	78,0	62,8	54,5	45,7	38,0	31,5	27,6
Radium nach Curie . . .	92,3	78,0	62,7	48,7	36,9	27,5	20,3	14,8

Man erkennt, dass die von dem Rohmateriale ausgehende Emanation eine induzierte Aktivität hervorruft, die langsamer abklingt als die Radiuminduktion und schneller als die Induktion durch Thorium, die bekanntlich erst in $11\frac{1}{2}$ Stunde auf ihren Halbwert sinkt.

Der weiteren chemischen Behandlung legten wir die Annahme zu Grunde, dass die Kurve I durch die Übereinanderlagerung zweier Komponenten entstanden sei, deren eine dem Typus der Radiuminduktion, deren andere dem Typus der Thoriuminduktion folgt.

Zerlegung der Kurve I in zwei Komponenten. Das Nauheimer Sediment löste

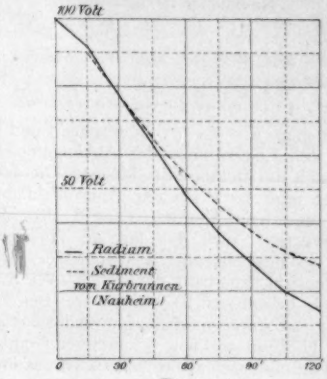


Fig. 1.

sich in siedender Salzsäure fast ohne Rest. Wir fällten nun das Chlorbaryum mittels verdünnter Schwefelsäure und gewannen so 0,20 Gramm aktiven Baryumsulfats. Dieser Niederschlag hatte bei seiner Bildung Kalk, Blei, Baryumvanadat und eine Spur seltener Erden mitgerissen. Nach Abscheidung dieser Beimischungen, die sich sämtlich als inaktiv erwiesen, blieben 0,145 Gramm Baryumsulfats zurück, deren Aktivität rund 1500 mal so hoch war als die einer gleichen Gewichtsmenge des Ausgangsmaterials. Das Präparat emanierte sehr schwach, doch gelang es immerhin, vier Punkte der Abklingungskurve festzulegen. Wir fanden:

Kurve Ia. (Beobachtung vom 16. X 04.)

Radiobaryum aus dem Nauheimer Sediment.

Zeit in Minuten . .	30	60	90	120
Radiobaryumsulfat . .	17,7	11,4	7,7	2,1
Radium nach Curie .	19,2	12,0	6,8	3,6
Differenz Δ	−1,5	−0,6	+0,9	−1,5

Der Abfall der induzierten Strahlung befolgte also bei der Schwefelsäurefällung das für die Induktion durch Radium gültige Gesetz.

Nachdem wir uns überzeugt hatten, dass die nunmehr baryumfreie Lösung der Chloride auf Schwefelwasserstoff nicht reagierte, fällten wir die vorhandenen Oxyde durch Ammoniak. Die Aktivität des Gemisches dieser Oxyde (der Hauptsache nach von Eisen und Mangan) stieg von Tag zu Tag und erreichte nach sechs Wochen einen Grenzwert. Im gereiften Zustande gab es reichlich Emanation aus und zwar vom Typus der Thoremanation. Ein direkter Vergleich mit der des Thoriums gab folgendes Resultat:

1) Diese Zeitschrift **5**, 321, 1904.

2) Diese Kurve sowie die weiter unten aufgeführten II und IIa weichen von der der Radiuminduktion ab; eine Reduktion auf letztere nach dem früher (diese Ztschr. **5**, 17, 1904) beschriebenen Verfahren hat daher keinen Sinn. Um einen unmittelbaren Vergleich zu ermöglichen, wurde bei I und II der Punkt für $t = 30'$, bei IIa der Punkt für $t = 15'$ mit dem entsprechenden Punkte der Curieschen Kurve zur Koincidenz gebracht.

Kurve Ib. (Beobachtung vom 8. X. 04.)
Ammoniakfällung (ca. 160 Gramm) aus dem Nauheimer Sediment.

Zeit in Stdn.	6	12	18	24	30	36	42	48
Ammoniakfällung . .	71,5	48,3	33,7	22,1	14,4	11,3	8,0	5,0
Thoriumhydroxyd . .	70,2	48,3	33,2	22,5	15,7	10,8	7,4	5,1
Differenz Δ .	+1,3	0,0	+0,5	−0,4	−1,3	+0,5	+0,6	−0,1

Setzt man $J = J_0 e^{-\alpha t}$, logarithmiert und bestimmt den Logarithmus der Abklingungskonstante nach der Methode der kleinsten Quadrate, so findet man für α bei der Ammoniakfällung 0,06225 und beim Thorium 0,06236, also identische Werte. Auch das für die Thoriuminduktion so bezeichnende Ansteigen der Strahlungsintensität innerhalb der ersten zwei Stunden nach beendigter Exposition trat bei Verwendung der Ammoniakfällung ausnahmslos auf.

Das Thorium aus dem voluminösen Gemisch der Oxyde chemisch abzuscheiden, ist uns nicht geglückt.

Verhalten des natürlichen Sediments von der Quelle Ursprung in Baden-Baden. Weniger einfach lagen die Verhältnisse bei dem Badener Thermalschlamm. Im Mittel aus drei Beobachtungsreihen ergab sich hier als Kurve des Abfalls der induzierten Strahlung gemessen in Intervallen von 15 zu 15 Minuten die folgende:

Kurve II. (Beobachtung vom 10. V. 04.)
(Graphisch dargestellt in Fig. 2.)

Natürliches Badener Sediment, Quelle Ursprung.

Zeit in Minut.	15	30	45	60	75	90	105	120
Sediment . .	88,6	78,0	66,1	55,9	44,7	36,2	29,4	26,4
Radium nach Curie . . .	92,3	78,0	62,7	48,7	36,9	27,5	20,3	14,8

Diese Kurve ist der des Nauheimer Sediments merkwürdigerweise ausserordentlich ähnlich (vgl. die graphischen Darstellungen Fig. 1 u. Fig. 2).

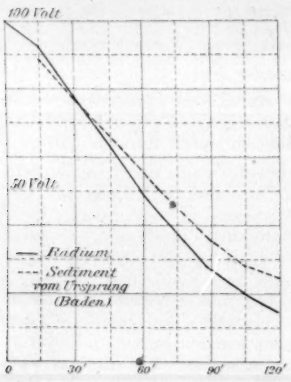


Fig. 2.

Auch diese Kurve fassten wir auf als hervorgegangen durch die Übereinanderlagerung einer schnell und einer langsam abklingenden Komponente.

Zerlegung der Kurve II. Zur Vernichtung der in dem Badener Sediment vorhandenen organischen Substanz verpufften wir das Rohmaterial mit chlorsaurem Kalium. Nach Auslaugung des Chlorkaliums lösten wir in siedender Salzsäure und fällten auch hier das Chlorbaryum durch verdünnte Schwefelsäure. Wir gewannen so sehr nahe drei Gramm Radiobaryumsulfat. Die Aktivität dieses Präparats nahm im Verlauf der ersten Woche etwas ab, dann aber stieg sie beständig an und erreichte nach etwa fünf Wochen einen unveränderlichen Wert. Im gereiften Zustande war seine Aktivität etwa 60 mal so stark wie die einer gleichen Gewichtsmenge des Ausgangsmaterials. Das von ihm ausgegebene Quantum Emanation genügte zur Bestimmung der Abklingungskurve. Wir erhielten:

Kurve IIa. (Beobachtung vom 3. X. 04.)
Radiobaryum aus dem Badener Sediment.

Zeit in Minuten . . .	15	45	75	105
Radiobaryum	92,3	65,6	60,1	44,4
Radium nach Curie .	92,3	62,7	36,9	20,3
Differenz Δ	0,0	+2,9	+23,2	+24,1

Aus dem steten Anwachsen der Differenz Δ erkennt man, dass dieser Niederschlag immer noch ein anderes Gesetz als das für Radiuminduktion gültige befolgte. Aus den Arbeiten von Herrn und Frau Curie sowie denen von Herrn Giesel ist bekannt, dass derartige Niederschläge, namentlich wenn sie langsam entstehen, was hier zutraf, die Oxyde der seltenen Erden also auch das des Thoriums mit niederreissen. Die Abweichung der Kurve IIa vom Radiumtypus wird hierdurch verständlich; auf ihre Zerlegung in weitere Komponenten werden wir unten zurückkommen.

Die vom Baryum befreite Lösung der Chloride fällten wir auch hier, nachdem wir uns überzeugt hatten, dass Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag hervorrief, durch Ammoniak. Wir gewannen so 60 Gramm eines Oxydgemisches, das im wesentlichen aus Manganoxyd mit geringen Mengen Eisenoxyds bestand. Die Kurve des Abfalls der induzierten Strahlung folgte, wie aus der untenstehenden Zusammenstellung hervorgeht, dem Typus der Induktion durch Thorium. Beim Vergleich ergab sich:

Kurve IIb. (Beobachtung vom 8. X. 04.)
Ammoniakfällung (ca. 60 Gramm) aus dem Badener Sediment.

Zeit in Stdn.	6	12	18	24	30	36	42	48
Ammoniakfällung . .	55,0	36,6	25,5	16,0	9,8	7,5	5,7	4,2
Thoriumhydroxyd . .	50,8	36,1	24,3	15,9	11,5	8,6	5,6	3,7
Differenz Δ .	+4,2	+0,5	+1,2	+0,1	−1,7	−1,1	+0,1	+0,5

Bestimmt man für die Reihe der Ammoniakfällung in der oben angegebenen Weise die Abklingungskonstante, so folgt $\alpha = 0{,}06242$. Diese ist also ebenfalls mit der des Thoriums identisch (vgl. oben). Auch hier zeigte der Beginn der Kurve jene Unregelmässigkeiten (Anwachsen der Wirkung), die für die Thoriuminduktion charakteristisch sind.

Die chemische Abscheidung des Thoriums glückte auch hier nicht.

Weitere Zerlegung der Kurve IIa. Das Präparat (der Hauptsache nach aus Radiobaryumsulfat bestehend), das die Kurve IIa geliefert hatte, wurde nun weiteren chemischen Prozessen unterworfen, die den Zweck hatten, teils etwaige beschwerende inaktive Elemente abzuscheiden, teils jenen Körper zu gewinnen, der die Abweichung jener Kurve vom Radiumtypus bedingte. Wir führten zunächst die Sulfate in Carbonate über, lösten in Bromwasserstoffsäure und fällten durch Ammoniak. Aus der so gereinigten Brombaryumlösung schieden sich nach Einengung des Volumens der Flüssigkeit einige winzige Kryställchen von Radiobaryum ab, deren Aktivität im Verlaufe von zwei Monaten auf den 22 fachen Betrag ihres Anfangswertes anstieg. Im gereiften Zustande war die Aktivität dieser Krystalle 900 mal so stark als eine gleiche Gewichtsmenge des Ausgangsmaterials. Auch hier war also eine beträchtliche Konzentration des aktiven Prinzips geglückt. Leider war das von den Kryställchen ausgegebene Quantum Emanation zu gering, als dass sich die Kurve des Abfalls der induzierten Strahlung hätte bestimmen lassen.

Das Gewicht der Ammoniakfällung aus dem Baryumbromid betrug nur 11 Milligramm. Am Elektrometer geprüft erwies sich dies Präparat als verhältnismässig stark aktiv. Die Intensität der von ihm ausgesandten Strahlung war 9000 mal so stark als die einer gleichen Gewichtsmenge des rohen Schlammes. Es emanierte kräftig, so dass sich die Kurve des Abfalls der induzierten Aktivität leicht bestimmen liess. Diese folgte dem Typus der Thoriuminduktion. Es ergab sich:

Ammoniakfällung . .	48,5	34,6	24,5	16,0	10,5	7,7	5,5	4,4
Thoriumhydroxyd . .	50,2	34,6	23,8	16,1	11,2	7,7	5,3	3,7
Differenz Δ .	−1,7	0,0	+0,7	−0,1	−0,7	0,0	+0,2	+0,7

Wir verglichen nun die Aktivität dieses Präparats mit der einer gleichen Gewichtsmenge Thoriumhydroxyds. Letzteres erniedrigte das Potential des Zerstreuungskörpers unseres Elektrometers in der Stunde um 60 Volt. Vertauschten wir das Oxyd mit der Ammoniakfällung, so betrug der Potentialabfall nunmehr auch auf die Stunde berechnet 4700 Volt, diese war also nahe 80 mal aktiver als das Hydroxyd des Thoriums.

Diese verhältnismässig hohe Aktivität konnte die Fällung Spuren mitgerissenen Radiums verdanken. Um hierüber einen Anhalt zu gewinnen, brachten wir das Präparat unter eine geräumige Glasglocke von etwa 27 Liter Inhalt und entnahmen dieser nach 24 Stunden 8 Liter Luft, die wir in einem geschlossenen Gefässe eine Stunde lang sich selbst überliessen. In diesem Zeitraume verschwinden alle Emanationen bis auf die des Radiums. Nach Überführung der 8 Liter Luft in die Glocke unseres Apparates zur Bestimmung der Aktivität von Bodenproben[1]) zeigte sich in der That noch eine schwache Wirkung, die auf die Anwesenheit einer Spur Radiobaryum hindeutete. Wir unterwarfen daher das Präparat einem erneuten Reinigungsprozess. Es gelang in winzigen Mengen die Abscheidung von Blei, Eisen und Mangan. Der verbleibende Rest der abgeschiedenen Oxalate konnte nunmehr nur noch aus denen der seltenen Erden bestehen. Nach Veraschung im Quarztiegel lösten wir in Salzsäure und fällten durch Ammoniak. Auch diese so gewonnene Ammoniakfällung lieferte die Thoriumkurve; ein Gehalt an Radium war nach der soeben angegebenen, höchst empfindlichen elektrischen Methode nicht mehr nachweisbar.

Aus einem neutralen Gemisch der Chloride der seltenen Erden lässt sich nach Dennis und Kortright das Thorium durch eine 0,32 proz. schwachsaure Lösung von stickstoffwasserstoffsaurem Kalium abscheiden. Nach diesem Verfahren gewannen wir etwa ein Milligramm einer primäraktiven Substanz. Das winzige Quantum gab hinreichend Emanation aus zur Erzielung induzierter Aktivität. Wegen der Flachheit der Abklingungskurve war indes die Zeit, in der die induzierte Strahlung auf ihren Halbwert sank, nicht mit voller Schärfe zu bestimmen; jedoch liess sich verbürgen, dass sie zwischen 10—13 Stunden liegen musste. Die von der Substanz ausgehende Strahlung kam der von 150 Milligramm Thoriumhydroxyds gleich; in dieser Beziehung verhielt sich das Endprodukt also qualitativ genau so, wie die ursprünglichen 11 Milligramm Ammoniakniederschlag, aus dem es gewonnen war.

Die aus dem Radiumbromid abgeschiedenen Ammoniakniederschläge hatten also samt und sonders die Eigenschaft, dass sie zwar Thoremanation ausgaben, dabei aber gleiche Gewichtsmengen des Hydroxyds dieses Elementes an Intensität der Becquerelstrahlung um das 80—150 fache übertrafen.

Die nächstliegende Erklärung für diese Thatsache ist wohl die, dass es uns nicht gelang, die Thoremanation gebende Sub-

1) Diese Zeitschrift, l. c.; auch Zeitschrift für Instrumentenkunde, Juli 1904, 193.

stanz von allen anhaftenden Spuren Radiums zu befreien. Wahrscheinlich ist dies nach dem Gange der chemischen Analyse nicht, dagegen könnten wohl Emanium oder Aktinium, die beide, wie ja auch das Radium, gewiss millionenmal aktiver sind als das Thorium und dabei der Chemie der Edelerden folgen, in Frage kommen.

Doch lässt unser Befund auch die Deutung zu, dass in dem Badener Sedimente eine besondere gegenüber dem Thorium an β-Strahlen reiche radioaktive Substanz vorhanden ist, deren Emanation der des Thoriums sehr nahe steht. Diese Annahme würde es verständlich machen, weshalb es nicht gelang, aus den 60 Gramm Ammoniakfällung des Badener Schlammes das Thorium chemisch abzuscheiden.

Mit den geringen Quantitäten Rohmaterials, wie sie uns bei diesen Versuchen zur Verfügung standen, war es natürlich ausgeschlossen, die zuletzt aufgeworfene Frage zu entscheiden.

Wolfenbüttel, 10. Januar 1905.

(Eingegangen 12. Januar 1905.)

Über die Radioaktivität des dem Karlsbader Sprudel entströmenden Gases.

Von A. Herrmann und F. Pesendorfer.

Seit Beginn dieses Jahres mit Untersuchungen über eine eventuelle Radioaktivität des Karlsbader Thermalwassers beschäftigt, konnten wir bereits im Sommer in einer vorläufigen Mitteilung[1]) einige interessante, in dieser Beziehung gemachte Beobachtungen mitteilen.

Äussere Gründe und ebenso der Mangel der für feinere Untersuchungen unbedingt notwendigen Apparate, zwingen uns, die Untersuchungen abzubrechen und wir erlauben uns, die erzielten Resultate nachstehend mitzuteilen:

Wir bedienten uns bei unseren Versuchen, ob das Thermalwasser oder demselben entstammende Produkte eine Radioaktivität erkennen lassen, ursprünglich ausschliesslich der photographischen Methode, einesteils aus dem Grunde, als diese Methode uns ein Mittel an die Hand giebt, ein positives Ergebnis festzuhalten, andernteils, weil ein in dieser Art gewonnenes positives Resultat schon auf einen ziemlich hohen Grad der Radioaktivität hinweist.

Auf Grund der viel empfindlicheren elektrometrischen Methode hatte Himstedt[2]) eine sehr geringe Radioaktivität der meisten Wasser- und Ölquellen nachgewiesen.

Die Anordnung unserer Versuche war die folgende:

Lichtdicht mit schwarzem Karton verpackte, sehr empfindliche photographische Platten — „Flash light" Imperial dry plate Co London — wurden mit 4 mm dicken, aus Bleiblech geschnittenen Figuren armiert und sodann dem Einfluss der zu prüfenden Objekte ausgesetzt.

Weder Sprudelwasser noch Sinter, Sprudelsalz und Sprudellauge zeigten bei in dieser Art ausgeführten Versuchen eine Einwirkung auf die photographische Platte, wiewohl die Expositionszeit schliesslich bis auf 32 Tage ausgedehnt wurde.

Dagegen erhielten wir mit dem, dem Sprudel entströmenden Gase ein positives Ergebnis. Wir hatten über eine armierte Platte eine mit Zu- und Abfuhrrohr versehene Glasglocke gestellt und durch letztere das dem Sprudel direkt entströmende Gas in einer Menge von 50—60 Liter pro Stunde geleitet. Um das Gas abzukühlen und zu trocknen wurde es, bevor es in die Glocke eintrat, durch einen Wasserkühlapparat und einen Chlorcalciumturm geleitet. Nach 26tägiger Einwirkung hatte das Gas die Platte überall dort, wo kein Metall auflag, geschwärzt, so dass ein sehr deutliches Bild der Bleifigur erschien. Mehrfache Wiederholungen dieses Experimentes ergaben das gleiche Resultat. Eine auf chemischem Wege etwa erfolgte Beeinflussung der Platten erscheint ausgeschlossen. Das dem Sprudel entströmende Gas enthält keinen Schwefelwasserstoff und ebenso konnten wir uns mit den üblichen Reagentien von der Abwesenheit jedweden Ozongehaltes überzeugen.

Die nächste Frage, welche wir uns vorlegten, war: Ist die Radioaktivität dem Gesamtgas oder einem Bestandteil desselben zuzuschreiben?

Als wir die Kohlensäure des Quellgases, welche zum mindesten 99,2 Prozent des Gasgemisches ausmacht, durch konzentrierte Kalilauge zur Absorption brachten und mit dem danach verbleibenden Gasreste photographische Versuche anstellten, erzielten wir viel stärkere Wirkungen. 3 Liter des von der Kohlensäure befreiten Gases gaben schon nach 4tägiger Exposition ein sehr deutliches Bild auf der Platte. Versuche, die Expositionsdauer noch mehr abzukürzen, hatten keinen Erfolg.

Nach diesen Ergebnissen war es zweifellos, dass die Radioaktivität des Sprudelgases in allererster Reihe dem nach der Absorption der Kohlensäure noch übrigbleibenden Gase zuzuschreiben ist.

Zur Bekräftigung des auf photographischem Wege erhaltenen Resultates, zogen wir auch die elektrometrische Methode heran. Es stand uns zu diesem Zwecke ein Geitelsches Aluminiumblättchenelektroskop, allerdings ohne Zerstreuungscylinder, zur Verfügung. Wir stellten das Elektroskop unter eine Glasglocke und erzielten, wenn die Glocke mit durch Chlorcalcium ge-

1) Herrmann u. Pesendorfer, Wien. klin. Wochenschrift 1904. Nr. 28.

2) Himstedt, Ann. d. Physik 13, 573, 1904.

trockneter Laboratoriumsluft gefüllt wurde, in 20 Minuten einen Abfall von 8 Teilstrichen. Getrocknetes Sprudelgas bewirkte in derselben Zeit einen Abfall von 13 Teilstrichen, von Kohlensäure befreites Sprudelgas in derselben Zeit einen Abfall von 17—19 Teilstrichen. Dass wir bei unseren Versuchen im Verhältnisse zu Beobachtern, welche mit Gasen anderer Thermalquellen experimentierten, vergl. Henrich[1]), geringere Differenzen erhielten, ist wohl in erster Reihe dem Umstande zuzuschreiben, dass an unserem Apparate kein Zerstreuungscylinder sich befand, und die ionisierende Wirkung des Gases nur durch den zur Ladung des Elektrometers dienenden Stift erfolgte. Immerhin sind die Zahlen genügend, um den Nachweis der Radioaktivität auch auf elektrometrischem Wege als gesichert anzusehen.

Interessant war es auch, dass die Radioaktivität des Gases, elektrometrisch gemessen, mit der Zeit abzunehmen schien. Frisch gewonnenes Gas zeigte in 20 Minuten einen Abfall von 13 Teilstrichen, nach einem Tage 11 Teilstriche, nach 3 Tagen 8 Teilstriche, nach 4 Tagen 7 Teilstriche in derselben Zeit.

Die Beeinflussung der photographischen Platte, die Fähigkeit, die Luft zu ionisieren und leitend zu machen, insbesondere die charakteristische Abnahme der Radioaktivität mit der Zeit weisen darauf hin, dass das Sprudelgas eine nicht unbeträchtliche Menge Emanation enthält.

Mit Rücksicht auf die in der letzten Zeit nachgewiesene Beziehung zwischen Emanation und Helium, lag es nahe, den nach Absorption der Kohlensäure übrigbleibenden Gasrest auf ein eventuelles Vorkommen von Helium zu prüfen. Das von der Kohlensäure durch konzentrierte Kalilauge befreite Sprudelgas wurde, wie wir mit Rücksicht auf die Arbeit von Himstedt und Meyer[2]) hervorheben, nach 4 monatlicher Pause in Arbeit genommen.

Nachdem in demselben der Sauerstoff durch glühendes Kupfer, der Stickstoff durch CaO, Magnesium und Lithiummetall entfernt worden waren, zeigten sich nach der Einführung des von Kohlendioxyd, Sauerstoff und Stickstoff befreiten Sprudelgasrestes in eine Plückerröhre spektroskopisch die nachfolgenden Linien:

λ 6678, 5876, 4386, 4348;

ferner: 6038, 5610, 4702, 4596, 4522, 4259, 4200, 4182, 4044,6.

Von diesen entsprachen die in der ersten Gruppe angeführten vollkommen den Linien, wie wir sie in einer käuflich erworbenen Heliumröhre beobachten konnten; die in der zweiten Gruppe dem blauen Spektrum des Argons.

1) Henrich, Zeitschr. f. angew. Chemie **46**, 1757, 1904.
2) Himstedt u. Meyer, Ann. d. Physik **15**, 184, 1904.

Fassen wir die Resultate unserer Untersuchungen zusammen, so müssen wir sagen:

Das dem Strudel entströmende Gas ist infolge eines Gehaltes an Emanation in hohem Grade radioaktiv und es lässt sich in demselben von den Edelgasen neben Argon Helium nachweisen.

Durch die von uns gemachten Versuche kann die Forschung über eine Radioaktivität unserer Thermen durchaus nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Dorn[1]) hat nachgewiesen, dass das Karlsbader Sprudelwasser eine radioaktive Substanz enthält, welche die von durchperlender Luft fortgeführte Emanation im Laufe der Zeit wieder ersetzt.

Wir selbst fanden, dass 100 g dem Sprudel entstammenden Ockers elektrometrisch gemessen eine geringe Radioaktivität entfalten. So interessant auch eine Fortsetzung der Versuche wäre, aus oben angeführten Gründen sind wir gezwungen, dieselben anderen, berufeneren Händen zu überlassen.

1) Dorn, Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle 1904, Bd. 25.

Karlsbad, Dezember 1904.

(Eingegangen 20. Dezember 1904.)

Über die spezifische Geschwindigkeit der Ionen in der freien Atmosphäre.

Von H. Mache und E. von Schweidler.

Vor einiger Zeit hat Herr H. Gerdien eine Methode zur Bestimmung der spezifischen Ionengeschwindigkeiten in der Atmosphäre beschrieben[1]) und die Brauchbarkeit des Verfahrens bei einigen Ballonfahrten dargethan.[2]) Gleichzeitig und unabhängig von Gerdien hatte der eine von uns eine im Wesen sehr ähnliche Methode angegeben[3]) und diese Methode zur Bestimmung der Ionengeschwindigkeit von durch Poloniumstrahlung ionisierter Luft benützt. Ein Versuch, die natürliche Ionisation der Atmosphäre zu verwenden, scheiterte damals an dem geringen Ionengehalte der Stadtluft. Inzwischen ergab sich nun die Gelegenheit anlässlich der Beobachtung anderer für den elektrischen Zustand der Atmosphäre bestimmender Grössen auf einer Landstation[4]) auch Messungen der spezifischen Ionengeschwindigkeiten nach dem damals geübten Verfahren auszuführen und wenn diese

1) Diese Zeitschr. **4**, 632—635, 1903.
2) Gött. Nachr. Heft 6, 1—17, 1903 und S. 277—299, 1904.
3) H. Mache, Eine einfache Methode, die Geschwindigkeit von Gasionen zu bestimmen; diese Zeitschr. **4**, 717 bis 721, 1903.
4) E. von Schweidler, Luftelektrische Messungen in Seewalchen, Wien. Ber. 113, 1904.

Messungen auch noch nicht die vermutlich erreichbare Genauigkeit aufweisen, so dürften doch die unten gegebenen Zahlen auch quantitativ den Zwecken der Erforschung der atmosphärischen Elektrizität genügen.

Da die von uns zur Anwendung gebrachte Methode jedem Besitzer eines Ebertschen Ionenaspirators gestattet ohne ein weiteres irgendwie nennenswertes Instrumentarium Messungen der spezifischen Ionengeschwindigkeiten auszuführen, so dürfte sich die Methode vielfach empfehlen und wir wollen sie daher in der für die Praxis bestimmten Form kurz skizzieren.

Es wird zunächst an den Cylinderkondensator des Ebertschen Apparates ein zweiter, gleichweiter Cylinderkondensator angesteckt oder angeschraubt, der bei der neuen, kürzeren Type des von der Firma Günther & Tegetmeyer gebauten Ionenaspirators die gleichen Dimensionen besitzen kann, wie der Kondensator des Apparates selbst.[1]) Diese sind dann: lichte Weite der äusseren Röhre 30 mm, Länge der äusseren Röhre 152 mm, Durchmesser des inneren Cylinders 4 mm, Länge des inneren Cylinders 120 mm.

Um hiermit eine Messung der Ionengeschwindigkeiten auszuführen wird folgendermassen verfahren:

1. Man beobachtet mit geerdetem, vorgeschalteten Zusatzkondensator den einem bestimmten durchgesaugten Luftquantum entsprechenden Spannungsabfall V_1 Volt am Apparat.

2. Man erzeugt im Zusatzkondensator durch Anlegen einer Potentialdifferenz δV (bei den gegebenen Dimensionen etwa 15 Volt) ein Feld und misst jetzt am Apparat für ein gleiches Luftquantum den Spannungsabfall V_2.

3. Man trägt V_1 und V_2 in Kurvenpapier als Ordinaten ein und δV als Abszisse. Man legt ferner durch V_1 und V_2 eine Gerade und bestimmt den Schnittpunkt dieser Geraden mit der Abszissenachse (ΔV).

Ist dann Φ die Luftmenge in Kubikcentimetern, die in der Sekunde durch den Apparat strömt, sind R und r der äussere und innere Radius des Zusatzkondensators, l seine Länge (Länge des inneren Cylinders), ist endlich ΔV die oben extrapolierte Grösse ausgedrückt in Volt, so ist

$$u = \frac{\Phi \; log\; nat \frac{R}{r}}{2\pi l \Delta V}$$

die Ionengeschwindigkeit in cm sec für ein Feldgefälle von 1 Volt pro Centimeter. Das Resultat bezieht sich auf die positiven oder negativen Ionen, je nachdem man das Elektroskop negativ oder positiv geladen hatte.

[1]) Derartige Zusatzkondensatoren werden auf Wunsch dem Apparate beigegeben.

Eine Reihe von auf diese Weise erzielten Messungsergebnissen sind im folgenden mitgeteilt. Φ war für unseren Apparat gleich 1700 ccm; die im Zusatzkondensator angewendete Potentialdifferenz war die von 12 kleinen Leclanché-Elementen (18,6 Volt), die mittels eines Weston-Voltmeters bestimmt wurde. Da eventuell, was vorläufig noch nicht geprüft wurde, die Richtung des Feldes im Zusatzkondensator einen geringen Einfluss haben könnte, so sei erwähnt, dass der innere Cylinder stets mit demselben Vorzeichen geladen wurde, wie das Elektroskop. Der Beobachtungsort war ein ungedeckter Balkon an der SE.-Front eines Hauses in Seewalchen am Nordende des Attersees (in Ober-Österreich am Rande der Alpen gelegen).

In der Tabelle sind angegeben: Datum und Stunde der Beobachtung; von meteorologischen Elementen: Bewölkung (eventuell Niederschlag), relative Feuchtigkeit, Lufttrübung nach einer sechsstufigen Skala (I grösste Reinheit, VI starke Trübung), Windrichtung und -stärke, ferner die Grössen ϱ, ε und u für positives bezw. negatives Vorzeichen; dabei bezeichnet ϱ den Ionengehalt in E. S. E. pro Kubikmeter und u die spezifische Ionengeschwindigkeit. Die Grösse ε giebt das Verhältnis des beobachteten Ladungsverlustes V_1 zu dem Ladungsverlust V_0, der anlässlich der Bestimmung des Ionengehaltes nach der Ebertschen Methode ohne Zusatzkondensator beobachtet wurde. Es giebt also $1-\varepsilon$ den vom geerdeten Zusatzkondensator abgefangenen Bruchteil der Ionen an, ein Betrag, der wohl auf Rechnung der Ionenadsorption an den Wandungen zu setzen ist.

(Vergl. Tabelle.)

Die gegebenen Zahlen gelten für einen wenig um 720 mm schwankenden Barometerstand und entsprechen den von anderen Autoren für Luft von Atmosphärendruck erhaltenen Werten. Auch zeigt sich im Mittel, dass die negativen Ionen grössere Geschwindigkeit aufweisen. Das Verhältnis $\frac{u_-}{u_+}$ findet man gleich $1 \cdot 23$.

Fraglich erscheint es noch bis zu welchen Werten von δV der bei der Berechnung vorausgesetzte lineare Zusammenhang zwischen dieser Grösse und dem Spannungsverlust V für die Ionen der freien Atmosphäre gewährleistet ist. Bei Ionisierung durch Polonium hatte es sich gezeigt, dass diese Linearität nicht mehr besteht, wenn δV, die Potentialdifferenz im Zusatzkondensator, eine gewisse Grösse überschreitet. Da nämlich u, die spezifische Ionengeschwindigkeit, ein Mittelwert ist, wird auch ein Potential ΔV im Zusatzkondensator noch nicht alle Ionen abfangen, wie dies unsere Formel voraussetzt; denn es wird stets unter den Ionen auch solche mit geringer Geschwin-

Tabelle.

Datum	Stunde	Bewölk.	Rel. F.	Trüb	Wind	$\varrho+$	ε	$u+$	$\varrho-$	ε	$u-$
Sept. 7.	3h p. m.	f. klar	48%	III—IV	$E\,2$	0,504	78%	1,22	—	—	—
8.	3h p. m.	bew. (Ni)	83%	—	O	—	—	—	0,278	89%	1,09
9.	9h a m. p. m.	3/4 bew.	—	V	O	0,324	72%	0,83	0,294	74%	0,97
10.	3h p. m.	bew., R.	76%	—	O	—	—	—	0,453	77%	1,40
11.	9h a. m.	bew. (Neb.)	100%	—	O	0,412	69%	0,96	—	—	—
11.	3h p. m.	bew.	73%	VI	O	—	—	—	0,324	75%	1,35
13.	10h a. m.	Aufheit.	80%	VI—IV	$E\,2$	0,356	61%	0,47	0,414	61%	0,99
14.	9h a. m.	bew., R.	90%	—	$S\,1$	0,531	73%	1,11	—	—	—
17.	3h p. m.	bew.	73%	II	$S\,1$	—	—	—	0,329	57%	0,78
18.	9h a. m.	bew.	60%	II	$O, NE\,3$	0,490	77%	0,90	—	—	—
18.	3h p. m.	3/4 bew.	47%	I	O	—	—	—	0,407	80%	1,18
19.	3h p. m.	3/4 bew.	53%	II—III	$NE\,4$	0,469	70%	1,02	—	—	—
20.	12h m.	bew.	70%	—	$NE\,4$	—	—	1,64	0,327	79%	1,33
	Mittel	—	—	—	—	0,441	71,4%	1,02	0,353	74,3%	1,25

digkeit geben, die trotz des starken vorgeschalteten Feldes noch in den Ebertschen Aspirator gelangen. Stets wird die Luft nach dem Passieren des Zusatzkondensators noch einen Restbetrag von Ionen aufweisen. Das Studium dieser Frage bleibt weiteren Versuchen vorbehalten.

Wien, II. physik. Inst. der Universität.

(Eingegangen 16. Dezember 1904.)

Über die photographische Wirksamkeit des Ozons.

Von Karl Schaum.

Niepce de St.-Victor hat im Jahre 1859[1]) beobachtet, dass gewisse Stoffe, vornehmlich Papier und Metallplatten, nach Insolation photographisch wirksam sind. Thenard[2]) zeigte 1860, dass mit Ozon im Dunkeln behandeltes Papier die nämliche Eigenschaft besitzt, und führte die Niepceschen Ergebnisse auf Ozonbildung an den belichteten Stellen zurück. P. Villard[3]) beschrieb vor einiger Zeit eigenartige Beobachtungen, welche die Existenz einer photographisch wirksamen Strahlung beim Ozon — ähnlich wie sie von L. Graetz[4]) beim Wasserstoffsuperoxyd gefunden worden ist — wahrscheinlich machen. O. Dony-Hénault[5]) suchte die Villardschen Ergebnisse in dem Sinne zu interpretieren, dass Ozon nur bei Anwesenheit oxydabler organischer Stoffe wirksam sei und zwar infolge des Entstehens von Wasserstoffsuperoxyd. In Gemeinschaft mit Herrn W. Braun habe ich nachgewiesen[6]), dass Ozon auch auf reines bindemittelfreies Bromsilber wirkt, wodurch die Erklärung Dony-Hénaults widerlegt ist. Es wäre auch im höchsten Grade seltsam, wenn ein so kräftiges Oxydationsmittel, wie Ozon, nicht auf photographische Schichten zu wirken vermöchte. J. Blaas und P. Czermak[1]) haben die Wirksamkeit „photechischer" Stoffe auf eine gleichzeitig chemische und photochemische d. h. durch Zerfallslumineszenz bedingte Wirkung des Ozons zurückgeführt.

Inzwischen ist nun die photographische Wirksamkeit des Ozons von Herrn L. Graetz[2]) mit Bezugnahme auf unsere Versuche bestritten worden; Herr F. Richarz[3]) hat in seiner „Bemerkung über das Entstehen von Ionen aus Ozon" darauf hingewiesen, dass Herr W. Braun und ich näher auf diese Angelegenheit eingehen würden.

In der Sitzung der „Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg" vom 11./1. 1905 habe ich die photographische Wirksamkeit des Ozons einwandfrei (unter Anwendung von Tageslicht-Entwicklung u. a.) nach einer Methode, die an anderer Stelle beschrieben wird, demonstriert. Den auffallenden Widerspruch zwischen den Beobachtungen des Herrn L. Graetz und den unsrigen kann ich vollständig aufklären. Die Platten verschiedener Firmen, ja selbst verschiedene Sorten ein und derselben Fabrik zeigen ganz verschiedene Empfindlichkeit gegen Ozon; wir berichten darüber in einer besonderen Abhandlung.[4]) Herr L. Graetz hat zu seinen Versuchen jedenfalls ein ganz unempfindliches Präparat benutzt. Sehr reaktionsfähig sind z. B. Agfa- und Perutz-(nicht orthochromatische!) Platten; bei diesen ist nach 2 Minuten dauernder Einwirkung eines ozonisierten Sauerstoffstromes ein sehr kräftiges

1) C. R. **58**, 741; **59**, 1001, 1859; J. M. Eder, Handbuch d. Phot., 2. Aufl. Bd. I, 185, 1891; vergl. K. Schaum, Zeitschr. f. wissenschaftl. Photogr. **2**, 427, 1905.
2) Vergl. Eder, l. c., S. 185.
3) Bull. Soc. franç. Phys. 1902, No. 175.
4) Diese Zeitschr. **4**, 160, 271, 1902/03.
5) Diese Zeitschr. **4**, 416, 1903.
6) Zeitschr. f. wissenschaftl. Photogr. **2**, 285, 1904.

1) Diese Zeitschr. **5**, 363, 1904.
2) Diese Zeitschr. **5**, 688, 1904. Vortrag auf der Breslauer Naturforscher-Versammlung.
3) Diese Zeitschr. **6**, 1, 1905.
4) Zeitschr. f. wissenschaft. Photogr. **3**.

Bild entwickelbar, während nach 8 Minuten langer Exposition bereits Umkehr eintritt. Das verschiedene Verhalten der Handelsprodukte wird weniger in der Beschaffenheit des Bromsilbers, als vielmehr in derjenigen der Gelatine seine Ursache haben; sei es, dass die Gelatine in verschiedenem Grade für Ozon durchlässig ist, sei es, dass sie verschieden leicht oxydiert wird, und infolgedessen die neben der chemischen Affizierung verlaufende Wirkung der Lumineszenz in hohem Grade variiert. Aus dem nämlichen Grund haben wohl auch J. Blaas und P. Czermak keine Wirkung photechischer Stoffe auf Films erhalten.

Marburg a. L., Physikalisches Institut.

(Eingegangen 15. Januar 1905.)

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Bologna. (Direktor: A. Righi.)

Nr. 9[1]: Arciero Bernini, Über den Einfluss der Temperatur auf die elektrische Leitfähigkeit des Lithiums.[2]

1. In einer kürzlich veröffentlichten Arbeit[3] über die Bestimmung der magnetischen Konstanten einiger Alkalimetalle konnte ich feststellen, dass die Erscheinung der Induktion, die sich bei ihnen noch früher zeigt als die von ihren magnetischen Eigenschaften herrührenden Erscheinungen, wenn man den Stromkreis eines Elektromagneten, in der Nähe von dessen Polen sie aufgehängt sind, öffnet und schliesst, dass diese Erscheinung der Induktion beim Lithium wesentlich weniger deutlich auftritt als beim Natrium und beim Kalium. Diese Erscheinung besteht bei den obengenannten Metallen bekanntlich in einer Abstossung von den Polen bei jedem Stromschluss und in einer Anziehung bei jeder Unterbrechung, und ich nahm nun an, dass sie für ein gegebenes Feld nur eine Funktion der Masse, der Dichte und der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit des untersuchten Körpers sei; dadurch gelangte ich dann zu dem Schluss, den von Matthiessen[4] bestimmten Wert für die spezifische elektrische Leitfähigkeit des Lithiums in Zweifel ziehen zu müssen, denn bei solchem Sachverhalt hätte sich die Erscheinung bei diesem Metall ausserordentlich viel deutlicher zeigen müssen als bei den beiden anderen Alkalimetallen.

Dass die Bestimmung Matthiessens, auch abgesehen von dieser Beobachtung, einer Bestätigung bedürfe, hatte ich schon früher[5] angeführt und dabei auch auf die wahrscheinlichen Fehlerquellen bei dieser Bestimmung hingewiesen, nämlich die geringe Reinheit des Metalles, den Umstand, dass die Kontakte unter Öl hergestellt wurden, und die Thatsache, dass die Messmethode für sehr kleine Widerstände nicht geeignet ist. Überdies sagt Matthiessen selbst, dass die von ihm untersuchten durch Druck erhaltenen Drähte keinen konstanten Querschnitt hatten. Ich ging deshalb an eine neue sorgfältige Prüfung dieses Ergebnisses nach dem gleichen Verfahren, wie ich es bei den entsprechenden Untersuchungen am Natrium und am Kalium angewandt habe, aber infolge der Einwirkung des geschmolzenen Lithiums auf das Glas, welche so stark ist, dass sie zum Bruch des Glases führt, hatte ich nach verschiedenen Versuchen davon Abstand genommen.

Aber diese neue Beobachtung liess mir diese Untersuchung noch interessanter erscheinen und veranlasste mich, die Versuche wieder aufzunehmen, um wenigstens im grossen und ganzen eine Vorstellung von dem Werte des elektrischen Widerstandes zu erhalten. Ich gelangte denn auch zum Ziele in der Weise, wie ich es gleich auseinander setzen will.

Ich muss indessen gleich anfangs bemerken, dass mein Resultat mit dem von Matthiessen nahezu übereinstimmt. Diese Übereinstimmung brachte mich nun zu der Schlussfolgerung, dass meine Betrachtungen nicht richtig waren, und zu der Überlegung, dass zu den Faktoren, welche die Erscheinung der Induktion bestimmen, auch der Magnetisierungskoeffizient tritt. Ich sah nun, dass, wenn man auch keine genaue Formel aufstellen kann, welche die Erscheinung darstellt, diese doch unzweifelhaft um so deutlicher auftritt, je kleiner der Magnetisierungskoeffizient ist, und dass daher das beim Lithium im Vergleich mit den beiden anderen Alkalimetallen beobachtete Resultat durchaus wahrscheinlich war, da ja für Lithium der Magnetisierungskoeffizient bedeutend grösser ist als für die beiden anderen.

2. Zur Messung der Widerstände benutzte ich die übliche Methode der Doppelbrücke nach Thomson. Das Metall war ein Teil von demjenigen, dessen Magnetisierungskonstante ich bestimmt hatte. Um an demselben die nötigen Messungen auszuführen, verfuhr ich in folgender Weise.

In ein kalibriertes Glasrohr von 1,1 mm Durchmesser liess ich etwas Vaselinöl eintreten und trieb dasselbe mittels eines Wattestopfens hindurch, welcher das Öl fortführte und nur eine äusserst feine Schicht an den Wandungen zurückliess, welche fast immer hinreichte, um die Wirkung des geschmolzenen Lithiums auf das Glas zu verhindern. Darauf füllte ich unter den bei der Füllung der Röhren für die Unter-

1) Nr. 8: diese Zeitschrift **5**, 406, 1904.
2) Cim. (5), **8**, 1904, Oktober.
3) Cim. (5), **7**, 1904: diese Arbeit wird deutsch im folgenden Hefte dieser Zeitschrift erscheinen.
4) Pogg. Ann. **100**, 1857.
5) Cim. (5), **6**, 1903; diese Zeitschrift **5**, 406, 1904.

suchung der Magnetisierung beobachteten Vorsichtsmassregeln eine bestimmte Rohrlänge mit dem Metall und befestigte das Rohrstück auf einem hölzernen Brettchen S, wie aus Figur 1

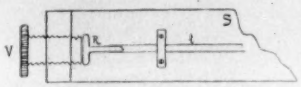


Fig. 1.

ersichtlich ist. Hier ist nur das eine Ende der Anordnung wiedergegeben. V ist eine Schraube, welche einen Kupferstift R mit grossem Kopf unter geringer Reibung in das mit Lithium gefüllte Rohr t hineintreibt. Ganz ebenso wird am anderen Ende verfahren, so dass also durch das Einschieben der beiden Stifte die Kontakte hergestellt wurden; dieselben wurden noch gesichert durch eine kurze sehr feine Spitze am Ende der Stifte, welche sich in die Metallmasse einbohrte.

Auch am Lithium zeigten sich bei der Abkühlung kleine Hohlräume. Dieselben waren nur etwa von der gleichen Grössenordnung wie die beim Natrium und beim Kalium auftretenden und hatten auch bei dem grossen Querschnitt des Rohres einen wesentlich geringeren Einfluss als bei den anderen Metallen. Immerhin führten sie einen nicht zu vernachlässigenden Fehler in der Bestimmung des Wertes des elektrischen Widerstandes herbei, und um sie zu beseitigen, zog ich die Schrauben an, sobald das Metall eine dem Schmelzpunkt benachbarte Temperatur erlangt hatte. Auf diese Weise gelang es mir nach einiger Übung, die Hohlräume vollständig zu beseitigen, und da bei der grossen Plastizität des Metalles der nötigenfalls anzuwendende Druck nur ein sehr geringer war, so ist nicht anzunehmen, dass derselbe den Wert für die elektrische Leitfähigkeit beeinflussen könne.

Das so vorbereitete Rohr wurde von dem Brettchen abgenommen und mit seinen Enden in zwei Quecksilbernäpfchen gesetzt. In diesen endeten die zu den Messapparaten führenden Verbindungsdrähte.

Meine ersten Bestimmungen ergaben, wie gesagt, Resultate, welche mit den von Matthiessen erhaltenen übereinstimmen. Ich fand nämlich bei Zimmertemperatur (17^0 bis 20^0) unter Zugrundelegung des Widerstandes des Quecksilbers bei 0^0, in absoluten Einheiten gerechnet, als Mittel für den spezifischen Widerstand den Wert 0,093 714, und dementsprechend für die Leitfähigkeit den Wert 10,66. Der Matthiessensche Wert bei 20^0, so umgerechnet, dass er sich mit meinem vergleichen lässt, beträgt 10,69.

Der von mir gefundene Wert enthielt indessen einen Fehler, der von der Ölschicht herrührte. Um mir nun von diesem Fehler eine genaue Vorstellung zu bilden, stellte ich einige Versuchsreihen mit Quecksilber an, und zwar mit verschiedenen Rohren und mit verschiedenen Strecken eines und desselben Rohres, und sowohl unter Anwesenheit einer Ölschicht, als auch bei vollkommen reiner Rohrwandung. Die Unterschiede, welche ich in den Werten des Widerstandes fand, waren um so geringer, je grösser der Querschnitt des Rohres war, und stimmten für gleiche Strecken eines und desselben Rohres hinreichend überein. Für Rohre vom Querschnitt des von mir benutzten erhielt ich einen Mittelwert von 5,65 Proz. Ich brachte also an den berechneten absoluten Werten für den Widerstand des Quecksilbers eine entsprechende Korrektion an, oder auch, ich experimentierte unter gleichen Bedingungen sowohl mit Quecksilber — auf welches die Resultate für die spezifischen Widerstände bezogen werden — als auch mit Lithium; man ersieht daraus, dass ich in meinen Bestimmungen einen hinlänglichen Genauigkeitsgrad erreichen konnte.

3. Infolgedessen erschien es mir zweckmässig, meine Untersuchungen auch auf das Studium der Temperaturkoeffizienten, sowohl im festen als auch im flüssigen Aggregatzustande auszudehnen, welche zuvor noch nicht bestimmt worden sind.

Zu diesem Zwecke wurde das Rohr an einem anderen Gestell S' befestigt, wie dies aus Figur 2 ersichtlich ist. Hier ist t das mit

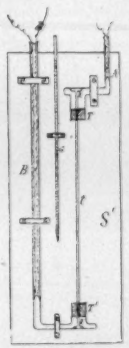


Fig. 2.

Lithium gefüllte Rohr, R und R' sind die Kupferstifte, T und T' zwei Asbeststopfen, A und B zwei Quecksilberröhren, in denen die Zuleitungsdrähte enden, und G ist das Thermometer.

Der ganze Apparat wurde dann in das übliche Vaselinölbad eingetaucht.

Das erste Rohr, mit dem ich experimentierte,

war 126 mm lang, und der Widerstand des darin enthaltenen Lithiums nach Abzug desjenigen der Kupferstifte war bei Zimmertemperatur 0,012089 Ohm vor Beseitigung der Hohlräume; nach Beseitigung derselben wurde er 0,011571 Ohm. Ich beobachtete gleich anfangs, dass, solange ich bei Temperaturen arbeitete, welche unterhalb des Schmelzpunktes (τ) liegen, die bei ansteigender Temperatur gewonnenen Werte für den Widerstand (r) in Übereinstimmung blieben mit denen, welche ich bei abnehmender Temperatur erhielt. Wenn ich aber τ überschritt, so war dies nicht mehr der Fall. Man ersieht das aus den folgenden Tabellen, welche sich auf die Ergebnisse der ersten Versuche beziehen.

Tabelle I.

t	r
18,25	0,011493
30	0,012118
49,75	0,012933
78,25	0,014387
92,25	0,015255
123,75	0,016699
140	0,017500

Tabelle II.

t	r
18,75	0,011571
40,5	0,012043
61,75	0,013534
90,25	0,015094
110	0,016399
144,25	0,017223
171,5	0,0188404
176	0,0191121
177,75	Schmelzpunkt
180,5	0,0132878
198,25	0,0148414
212	0,0163933
231,75	0,0148001
218	0,01728
204,25	0,0145413
183,5	0,0143118
178,25	Erstarrungspunkt
175	0,0120153
140	0,0118900
121,5	0,0117787
90,5	0,0116932

Ich erwärmte das Rohr dann nochmals und erhielt, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist, für die Temperaturen oberhalb τ übereinstimmende Resultate, während beim Abstieg die Werte wieder abweichend waren.

Es kam mir daher die Vermutung, dass dieses Metall Anomalien zeige, wie solche beispielsweise auch Wismut zeigt, je nachdem man es abkühlt. Ich nahm dann aber das Rohr aus dem Bade heraus und bemerkte, dass die mangelnde Übereinstimmung der Resultate herrührte von der Bildung von Hohlräumen längs der Metallsäule, während das Metall an den beiden Enden sich zwischen dem Kupferstifte und dem Glase festgesetzt hatte.

Tabelle III.

t	r
17,25	0,014623
42,75	0,015443
90,5	0,016773
120,5	0,018223
160,25	0,01936
174	0,020113
178	Schmelzpunkt
183,25	0,043443
206,5	0,045681
219,75	0,047077
233	0,048113
203,25	0,045681
177,75	Erstarrungspunkt
154	0,020083
121,5	0,091522
98,75	0,018279
70	0,017002
45,25	0,016118

Dies zeigte sich, so oft ich τ überschritt, und da ich kein anderes Mittel zur Beseitigung dieser Störung wusste, griff ich einfach dazu, das Rohr, nachdem ich mit ihm die möglichen Bestimmungen ausgeführt hatte, an den beiden Enden zu verkürzen.

Ich wiederholte dann an dem Rohr die Operationen zur Beseitigung der Hohlräume und unterzog es darauf von neuem den Untersuchungen.

4. Ich machte je einige Versuchsreihen mit drei Röhren, welche alle ungefähr die gleiche Länge hatten, damit sie an dem gleichen Halter befestigt werden konnten. Auch die Lithiumsäulen waren nahezu von gleicher Länge. Die Röhren wurden dann aus demselben Grunde auch gleichmässig verkürzt.

Der Kürze wegen teile ich nur einige Tabellen mit, welche ich mit dem zweiten und dritten Rohre erhalten habe. Die daselbst angegebenen Werte für den spezifischen Widerstand ϱ sind nach Anbringung der Korrektionen für die Ölhaut und für die Ausdehnung des Glases an den für den Widerstand gefundenen Werten erhalten.

Tabelle IV.

Rohr II, 118 mm lang.

t	ϱ
19	0,095532
42,25	0,107899
69,75	0,115533
88,25	0,124676
115	0,136803
149,75	0,147002
171	0,155893
195,25	0,137322
70	0,117000
36	0,103281

Tabelle V.

Rohr II, 118 mm lang.

t	ϱ
21,25	0,098134
39	0,104926
59,75	0,112234
87,25	0,124878
139	0,144657
161,25	0,152342
176	0,158321
184,75	0,406002
201,25	0,422989
228,75	0,452603
196	0,418256
181	0,405553
177,5	Erstarrungspunkt

Tabelle VI.

Rohr II, 92 mm lang.

t	ϱ
20	0,096734
0	0,089752
20,25	0,097113
6	0,107931
89,75	0,124878
114	0,134653
129	0,141125
157	0,151976
130	0,140976
0	0,088838

Tabelle VII.

Rohr II, 92 mm lang.

t	ϱ
18,75	0,095562
49,25	0,108840
86	0,116643
93,5	0,126632
127,75	0,139873
161,5	0,151230
174,5	0,157325
178,25	Schmelzpunkt
186	0,409231
200,25	0,428753
217	0,443250
232,25	0,456321
178	Erstarrungspunkt

Tabelle VIII.

Rohr III, 128 mm lang.

t	ϱ
18,25	0,096000
41,5	0,108034
60	0,113834
77,75	0,118934
68,25	0,130083
121	0,136425
160,5	0,152965
112,75	0,13142
86	0,125745
40,5	0,107565
21,5	0,098633
0	0,089988

Tabelle IX.

Rohr III, 128 mm lang.

t	ϱ
18,75	0,096875
0	0,088913
39,25	0,104935
56	0,111312
78,5	0,119325
94	0,127132
121,25	0,135921
149	0,146661
167,75	0,153634
175	0,157916
178	Schmelzpunkt
181	0,402933
199,5	0,430012
219	0,444988
233,5	0,458281
207,75	0,435525
190,5	0,418586
182,5	0,403368
177,5	Erstarrungspunkt

Tabelle X.

Rohr III, 99 mm lang.

t	ϱ
21	0,097053
112,5	0,130862
170	0,153000
112	0,131748
20,5	0,098831

Bei den Versuchen, welche dieser letzten Tabelle zu Grunde liegen, befand sich das Rohr in einem Ofen, statt in einem Bade.

Die vorstehenden Tabellen zeigen ausser der befriedigenden Übereinstimmung zwischen den Werten für ϱ, wie der elektrische Widerstand des Lithiums bei der Änderung des Aggregatzustandes stärker zunimmt als derjenige des Natriums oder des Kaliums.

Trotz des verhältnismässig grossen Querschnitts des Rohres trat diese Zunahme plötzlich genug auf, um mit einiger Übung eine genaue Bestimmung der Temperatur zu ermöglichen.

Ich führte ferner noch nach Bedarf mit dem ersten und letzten Rohre einige Bestimmungen aus, welche ich mit den übrigen Beobachtungen zusammen in der folgenden Tabelle wiedergebe: (Siehe Tabelle XI.)

Die Übereinstimmung in diesen Resultaten ist zwar nicht so gross wie bei den für Natrium und Kalium erhaltenen, doch meines Erachtens hinreichend, um zu beweisen, dass diese indirekte Methode zweckmässig dazu dienen kann, mittels des Mittelwertes mehrerer derartiger Bestimmungen die Schmelztemperatur zu erhalten. Als solchen Mittelwert erhalte ich für Lithium als Wert für τ $177^0{,}84$; der von Bunsen im Jahre 1855 angegebene Wert ist 180^0.

5. Sowohl für Temperaturen nahe an τ, als auch für entferntere, ist der Verlauf der Ände-

Tabelle XI.

Rohr I		Rohr II		Rohr III	
Schmelzpunkt	Erstarrungspunkt	Schmelzpunkt	Erstarrungspunkt	Schmelzpunkt	Erstarrungspunkt
177,75	178,25	178,25	177,5	178	177,7
178	177,75	178	177,75	178,6	177,5
178,25	178	178,25	177,5	178,25	179,9
178	177,75	178,1	177,9	178	178,2
178,1	178	177,75	177,75	178,25	178
178,5	178,25			178	177,5
178,6	177,9			178,5	177,75
	178			178	177,5
				177,75	177,9
				178	178
				178,1	177,5
				177,9	
				178	

rung des spezifischen Widerstandes, wie aus den Tabellen hervorgeht, derselbe. Nimmt man also als Abszissen die Temperaturen, und als Ordinaten die Widerstände, so lässt sich innerhalb der von mir untersuchten Temperaturgrenzen die Erscheinung auch für das Lithium darstellen durch zwei Geraden, welche untereinander verbunden sind durch eine Parallele zur Ordinatenachse längs derjenigen Abszisse, welche der Schmelztemperatur entspricht.

In der folgenden Tabelle XII gebe ich die Mittelwerte der Resultate wieder, welche ich aus der Gesamtheit meiner Versuche erhalten habe.

Daselbst bedeutet t die Temperatur, ϱ den spezifischen elektrischen Widerstand, c die spezifische elektrische Leitfähigkeit, τ die Temperatur bei der Änderung des Aggregatzustandes, β den Temperaturkoeffizienten und $r_{l\tau}/r_{s\tau}$ das Verhältnis der Widerstände bei τ im flüssigen und festen Aggregatzustande.

Tabelle XII.

t	ϱ	t	c	t	β	τ	$r_{l\tau}/r_{s\tau}$
0°	0,089285	0°	11,2	0—τ	0,004568	177,84	2,51
230°	0,452484	230°	2,21	τ—230	0,002729		

Gerade wie ich es für Quecksilber und für die anderen Alkalimetalle gethan habe, dürfte es sich empfehlen, auch für die Werte des Widerstandes des Lithiums eine Tabelle aufzustellen, welche die Werte zwischen 0° und 230° von 10 zu 10 Graden angiebt, bezogen auf den Widerstand bei 0° als Einheit.

(Siehe Tabelle XIII.)

Es gelten im übrigen für das Lithium dieselben allgemeinen Schlussfolgerungen, welche für die beiden anderen Alkalimetalle mitgeteilt wurden.

Insbesondere tritt auch hier der grosse Sprung in den Werten für r bei der Änderung des Aggregatzustandes auf, woraus man schliessen kann, dass dieses Metall bei dieser Zustandsänderung auch eine starke Abnahme der Dichte zeigen muss.

Tabelle XIII.

t	r
0	1,000000
10	1,04568
20	1,09136
30	1,13704
40	1,18272
50	1,22840
60	1,27408
70	1,31976
80	1,36544
90	1,41112
100	1,45680
110	1,50248
120	1,54872
130	1,59384
140	1,63952
150	1,68520
160	1,73088
170	1,77656
τ_s	1,81237
τ_l	3,54905
180	3,55495
190	3,58224
200	3,60953
210	3,63682
220	3,65411
230	3,68140

Bologna, Physikalisches Institut der Universität, Oktober 1904.

(Aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 24. Dezember 1904.)

Mitteilungen aus dem physikalisch-mechanischen Institute von Prof. Dr. M. Th. Edelmann.

No. 6[1]: M. Edelmann, Universal-Vorlesungs-Projektionslampe.

Die wachsende Zahl der Zuhörer an den Hochschulen und die dadurch bedingte Vergrösserung der Hörsäle hat die früheren Methoden, Experimente direkt den Augen der Hörer vorzuführen, in den meisten Fällen zur Unmöglichkeit gemacht. So kam es, dass die Verwendung der Projektionslampe immer zahlreicher wurde, hiermit vermehrten sich natürlich auch die Konstruktionen derselben. Im nachstehenden möchte eine Neukonstruktion einer Universalvorlesungslampe geschildert sein, welche sich seit einigen Jahren in zwei sehr grossen Hörsälen der Münchner Hochschule vorzüglich bewährt hat und deren Einzelheiten zum Teil auf Anregung von Prof. H. Ebert ausgeführt worden sind.

Die Lampe kann sowohl mit Handregulierung, als auch mit Selbstregulierung versehen werden. Erstere wird vielfach, schon wegen

1) No. 5: diese Zeitschrift **4**, 675, 1903.

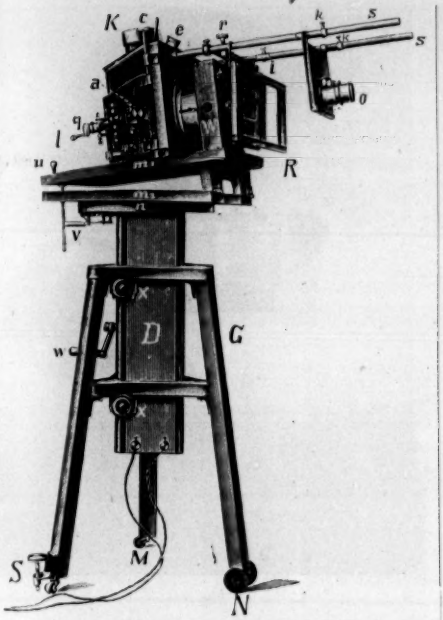


Fig. 1.

Unabhängigkeit der zu verwendenden Stromstärke vorgezogen. Fig. 1 zeigt den Apparat in seiner einfachsten Zusammenstellung, nämlich für Projektion von Diapositiven. Die Lampe ruht auf einem Stativ G mit zwei festen Rollen N und zwei beweglichen wie M, während die Schraube S zur Fixierung des Stativs am Boden gegen Verrücken dient. Der in der Höhenlage durch Kurbel w und Zahnstange veränderliche keilförmige Teil D des Stativs nimmt die Regulierwiderstände (Kurbel v) auf, wird durch die Schrauben xx arretiert und findet durch die Platte n nach oben seinen Abschluss, so dass sich das Stativ nach Abnahme der Lampe auch als gewöhnliches Gauss-Stativ verwenden lässt. An die Platte n reihen sich m_2 und um Scharniere durch Kurbel u drehbar m_1 an, wodurch die Neigung der Lampe variiert wird. Letztere besteht aus der Bogenlampe, den Kondensoren, dem Wärmefilter (Wasserbad), dem Diapositivrahmen, sowie dem Objektivbrette. Die Bogenlampe (in den Abbildungen mit Handregulierung versehen) ist universal verstellbar zum Kondensor und leicht nachzuregulieren, sowie mit Auslöschvorrichtung ausgerüstet. Durch e und seitliche farbige Gläser kann der Flammenbogen ohne Blendung der Augen besehen und eincentriert werden. Der Kondensor ist durch y (Fig. 3)

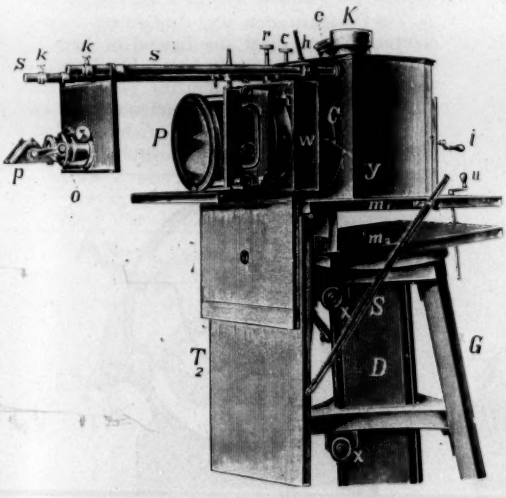


Fig. 2.

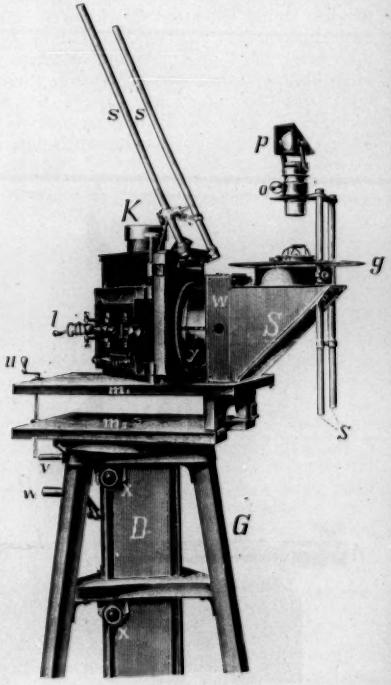


Fig. 3.

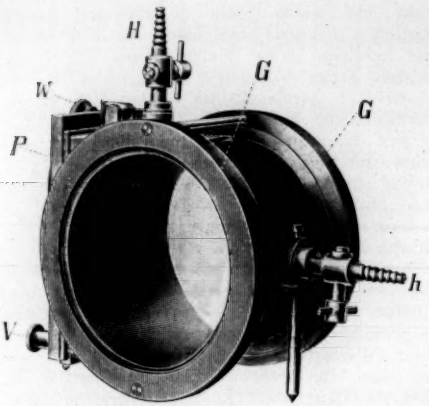


Fig. 4.

bezüglich der Lampe verstellbar. Das Wärmefilter befindet sich in dem Kasten *w* (Fig. 3). Objektivbrett und Diapositivrahmen sind längs der Rohre *ss* zu verschieben, während das Rahmengestelle durch eine Schraube separat geneigt werden kann. Schrauben wie *i* und *k* (Fig. 1) fixieren beide Teile auf den Rohren. Als sehr zweckmässig hat sich die Einrichtung erwiesen, dass man die Rohre *ss* ohne weiteres in die Höhe klappen kann, wie Fig. 3 zeigt. Schraube *r* lässt eine Neigung der ganzen Vorrichtung unabhängig von der Lampe zu, so dass man jederzeit in der Lage ist, die optischen Achsen

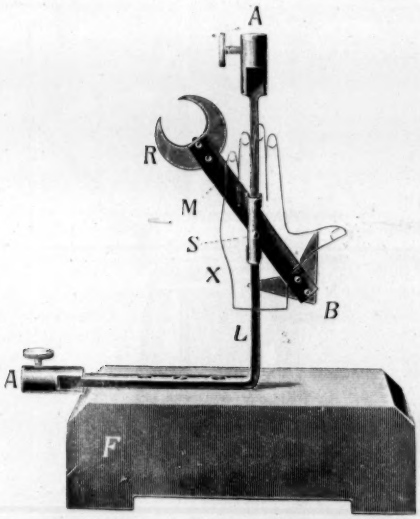


Fig. 5.

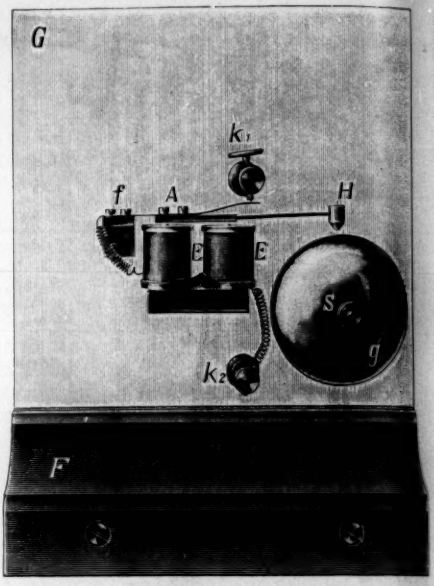


Fig. 6.

und das Mittel der Diapositive genau in eine Gerade zu bringen. Die Objektivfassung *o* hat Trieb und Zahnstange; zum Apparat gehören fünf Objektiveinsätze verschiedener Brennweite und damit variabler Vergrösserungsmöglichkeit, sowie sechs farbige Scheiben; projiziert können werden alle Formate bis 13×18 cm.

Zur Demonstration von Apparaten, Experimenten u. s. w. dient die Lampe in ihrer Zusammensetzung gemäss Figur 2. Ein Vorsteckstisch ermöglicht die Aufstellung der Apparate u. s. w. Derselbe ist wiederum universal verstellbar. Längs der Holzwand *T*, welche durch zwei Stangen wie *S* mit Klemmvorrichtung

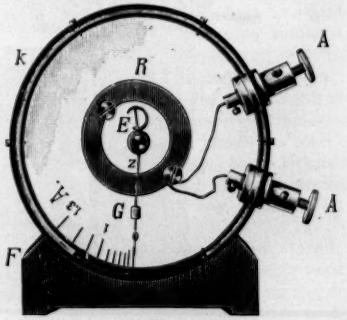


Fig. 7.

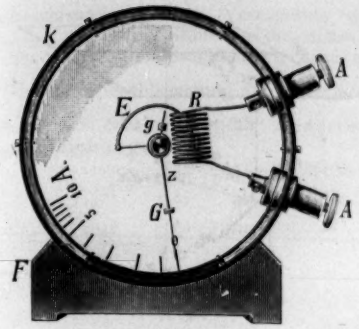


Fig. 8.

und zwei Scharnieren befestigt ist, kann der eigentliche Vorstecktisch auf und ab bewegt werden, wobei sowohl der breitere, als auch der schmälere Schenkel desselben als Tischplatte benutzt werden kann. Vor das Objektiv kann das total reflektierende Prisma p als Umkehrprisma geschaltet werden. In der Figur ist die weiter unten zu beschreibende pneumatische Kammer P aufgestellt.

Die Lampe kann natürlich auch zur Projektion von Apparaten u. s. w. im Schattenrisse verwendet werden, zu welchem Zwecke das Objektiv durch Irisblende ersetzt wird.

Der Forderung, horizontale Gegenstände, Versuche u. s. w. auf eine vertikale Wand zu projizieren und dadurch einem grossen Auditorium sichtbar zu machen, will die Lampe in ihrer Kombination, Figur 3, gerecht werden. Das durch die Kondensor parallel gerichtete Licht wird durch den Spiegel S nach oben geworfen, wo auf dem Ringe g nebst Planglasplatte Platz für die Apparate, Versuchsanordnungen u. s. w. ist. Die Einstellung des Objektivs erfolgt durch s grob, durch o wiederum fein. Das total reflektierende Prisma p besorgt die Umwandlung in vertikale Projektion. In dieser Zusammenstellung dient die Lampe auch vorzüglich als Scheinwerfer zur grellen Beleuchtung von Apparaten, Tabellen, Projektion

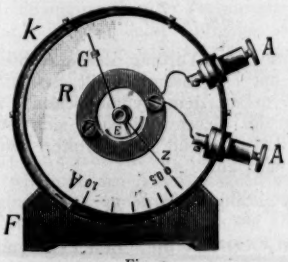


Fig. 9.

von Galvanometerspiegeln u. s. w., da die Richtung der Lichtstrahlen hier in keiner Weise beschränkt ist.

Zum Schlusse möge gestattet sein, noch einige speziell für die Lampe konstruierte Demonstrationsapparate anzuführen. Zur Demonstration diverser Experimente unter Druck oder im Vakuum ist die pneumatische Kammer (Figur 4) bestimmt. Dieselbe besteht aus einem dickwandigem Messingrohre, welches vorn und hinten durch dicke Spiegelglasplatten abgeschlossen ist. Seitlich bei P ist der Apparat zu öffnen nach Lösung zweier Schrauben wie V und einer solchen wie W. An die Platte P werden kleine Messingtischchen, Galgen u. s. w. zur Aufnahme der Versuchsapparate angebracht. Figur 5 zeigt einen Stromrichtungszeiger zur Demon-

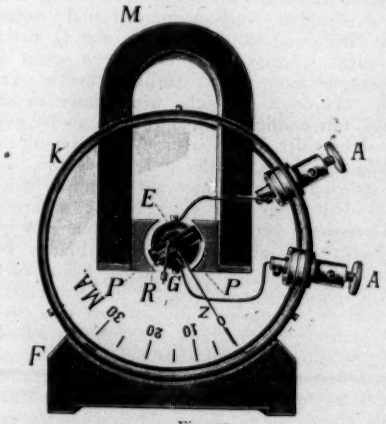


Fig. 10.

stration der Daumenregel. ALA ist eine dicke Kupferlamelle zur Stromleitung; vor dieser ist um eine feine Achse S drehbar der Magnet BR angeordnet. Nord- und Südpol sind durch blau und rot gefärbtes Celluloid bezeichnet. Dem Apparate beigegeben ist eine linke Hand, Vor- und Rückseite, aus transparentem Celluloid mit schwarzen Rändern. Das Prinzip des Neefschen Hammers erläutert der in Figur 6 abgebildete Apparat. Das ganze Klingelwerk sitzt auf einer Spiegelglasplatte G und wird vor der Lampe in Bewegung gesetzt.

Die Figuren 7, 8, 9 und 10 bilden die am häufigsten verwendeten Typen von Ampère- und Voltmetern ab, und zwar:

Figur 7 das System Hummel-Schuckert,
Figur 8 das System Dobrowolsky,
Figur 9 das System Uppenborn und
Figur 10 das Drehspulenprinzip. Namentlich letzteres eignet sich sehr gut zur Projektion von Strom- und Spannungsmessungen.

Sämtliche Apparate sind geeicht, können also mit Ausschlägen, d. h. in Bewegung projiziert werden und ergeben scharfe, klare Schattenbilder, wobei kein Teil einen anderen überdeckt.

(Eingegangen 16. Dezember 1904.)

Die Wasserströmung in rotierenden Kanälen. (Beiträge zur Turbinentheorie.)

Von H. Lorenz.

Die bisher allgemein angenommene Turbinentheorie, welche zuletzt in Zeuners Vorlesungen eine klassische Darstellung gefunden hat, geht auf die Bewegung eines Wasser-Elementes durch einen unendlich dünnen, mit einer Achse drehbar verbundenen Kanal zurück. Diese Strömung ist schon 1754 von L. Euler untersucht worden, dem man auch schon die Momentgleichung der Turbinentheorie verdankt. Handelt es sich, wie immer in der Praxis, um endliche Kanalbreiten, so begnügt man sich meist nach Eulers Vorgange mit der Verfolgung eines mittleren Stromfadens, den man sich bei Axialturbinen auf einem Cylinder, bei Radialturbinen in einer Ebene senkrecht zur Drehachse verlaufend denkt, ohne sich um die Form der ausserhalb dieser Fläche befindlichen Stromfäden weiter zu bekümmern. Weichen dann diese anderen Stromfäden wesentlich von dem mittleren ab, so darf man auch nicht mehr erwarten, dass sie sich den willkürlich gewählten Begrenzungsflächen des Laufrades selbst anschliessen, während andererseits diese Betrachtungsweise uns kein anderes Mittel an die Hand giebt, diesen Abweichungen und ihren zweifellos störenden Folgeerscheinungen gerecht zu werden, als die Einführung von wiederum ziemlich willkürlichen Widerstandskoeffizienten.

Um zu einer von solchen Annahmen freien Theorie zu gelangen, gehen wir auf die Grundgleichungen der Hydrodynamik zurück, denen wir nur eine unserer Aufgabe entsprechende bequeme Form zu geben haben. Da es sich stets um eine Rotation handelt, so empfiehlt sich die Einführung eines Cylinderkoordinatensystems[1]), dessen z-Achse (Fig. 1) vertikal nach unten, also mit der Erdbeschleunigung g gleichgerichtet sein möge. In einer Horizontalebene werde ferner eine Richtung OA festgehalten, gegen welche der Fahrstrahl r eines Wasserelementes dm die Neigung φ besitzt, während die Geschwindig-

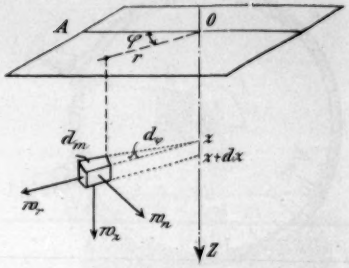


Fig. 1.

keitskomponenten dieses Elementes in axialer, radialer und der Rotationsrichtung bezw. w_z, w_r und w_n sein mögen (siehe Fig. 1.) Diese Geschwindigkeiten sollen sich ganz beliebig, aber stetig im Raume ändern, so dass sie beim Fortschreiten von z, r, φ nach $z + dz$, $r + dr$, $\varphi + d\varphi$ die Werte

$$w_z + \frac{\partial w_z}{\partial z} dz,\ w_r + \frac{\partial w_r}{\partial r} dr,\ w_n + \frac{\partial w_n}{\partial \varphi} d\varphi$$

annehmen. Damit nun das spezifische Gewicht γ eines Volumelementes $r\,dr\,dz\,d\varphi$ entsprechend der Voraussetzung der Unzusammendrückbarkeit des Wassers sich infolgedessen nicht ändert, muss die Differenz der durch drei Seiten eintretenden und durch die gegenüberliegenden Seiten gleichzeitig wieder austretenden Flüssigkeit verschwinden, d. h. die Gleichung

$$r\frac{\partial w_z}{\partial z} + r\frac{\partial w_r}{\partial r} + w_r + \frac{\partial w_n}{\partial \varphi} = 0$$

erfüllt sein, die man auch als die Kontinuitätsgleichung bezeichnet, weil sie die Bedingung für den stetigen Zusammenhang der Flüssigkeit darstellt. Sie kann übrigens auch einfacher in der Form

$$\frac{\partial (w_z r)}{\partial z} + \frac{\partial (w_r r)}{dr} + \frac{\partial w_n}{\partial \varphi} = 0 \quad . \quad . \quad (1)$$

geschrieben werden, in der wir sie in der Folge verwenden wollen. Befindet sich nun ein Wasserelement

$$dm = \frac{\gamma}{g} r\,dr\,dz\,d\varphi \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

im Laufrad einer Turbine, deren Achse vertikal sei und mit OZ zusammenfällt, so wirken auf dasselbe neben dem hydraulischen Drucke p, der wie die Geschwindigkeit sich stetig im Raume ändert, beim Fortschreiten um dz, dr und $d\varphi$ also auf

$$p + \frac{\partial p}{\partial z} dz,\ p + \frac{\partial p}{\partial r} dr,\ p + \frac{\partial p}{\partial \varphi} d\varphi$$

anwächst, noch die Beschleunigung der Schwere g in der z-Richtung und eine Rota-

1) Auf die Zweckmässigkeit dieses Systems für hydraulische Untersuchungen hat meines Wissens zuerst Prof. Prášil (Zürich) hingewiesen und zwar in einer sehr beachtenswerten Abhandlung „Über Flüssigkeitsbewegungen in Rotationshohlräumen", (Schweiz. Bauzeitung 1903), der ich die Anregung für die obenstehenden Beiträge verdanke.

tionsbeschleunigung bezw. Verzögerung q infolge der von der Turbine an die Achse abzugebenden Arbeit. Beachten wir dann noch die Centrifugalbeschleunigung $\frac{w_u^2}{r}$ in der Radialrichtung, so erhalten wir als dynamische Grundgleichungen

$$\left.\begin{aligned} g - \frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial z} &= \frac{dw_z}{dt} \\ \frac{w_u^2}{r} - \frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial r} &= \frac{dw_r}{dt} \\ qr - \frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial \varphi} &= \frac{d(w_u r)}{dt} \end{aligned}\right| \quad \ldots \quad (3)$$

von denen die letzte zugleich die Momentgleichung darstellt. Multiplizieren wir diese Formeln der Reihe nach mit dz, dr und $d\varphi$ und beachten, dass unsere Geschwindigkeitskomponenten durch

$$w_z = \frac{dz}{dt},\ w_r = \frac{dr}{dt},\ w_u = r\frac{d\varphi}{dt} \quad . \quad . \quad (4)$$

und die resultierende Geschwindigkeit w durch

$$w^2 = w_z^2 + w_r^2 + w_u^2 \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

definiert sind, so folgt

$$qrd\varphi + gdz - \frac{g}{\gamma}dp = wdw \quad . \quad . \quad (6)$$

oder integriert

$$\frac{1}{g}\int qrd\varphi + (z_2 - z_1) - \frac{p_2 - p_1}{\gamma} = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} \quad (6a)$$

Das erste Glied dieser Gleichung ist aber nichts anderes als die von der Gewichtseinheit Wasser auf dem Wege von z_1 nach z_2 geleistete äussere Arbeit, welche bei vollständiger, d. h. verlustloser Ausnutzung der Wasserenergie mit der verfügbaren Druckhöhe h identisch wäre, so dass man unter Berücksichtigung, dass diese Arbeit nach aussen vom Wasser abgegeben wird, auch schreiben darf

$$\frac{w_1^2 - w_1^2}{2g} + \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + h - z_2 + z_1 = 0 \quad (7)$$

Hierin stellt die Differenz $z_2 - z_1$ die Laufradhöhe, w_1 und w_2 die absoluten Ein- und Austrittsgeschwindigkeiten des Wassers und p_1 bezw. p_2 die entsprechenden Pressungen am Laufrade dar. Man erkennt übrigens aus dieser Energiegleichung sofort, dass die Lage des Laufrades, d. h. die Absolutwerte von z_1 bezw. z_2 gegenüber dem Ober- oder Unterwasserspiegel, deren Höhendifferenz durch h gegeben ist, für die Energieausnutzung in der Turbine bedeutungslos sind. (Fig. 2.) Führen wir noch den Atmosphärendruck p_0 und die bei einer vollkommenen Turbine identische Zu- und Abflussgeschwindigkeit w_0 im Ober- und Unterwassergraben ein, so dürfen wir (7) in zwei Gleichungen

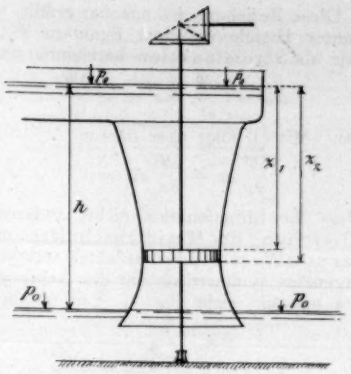


Fig. 2.

$$\left.\begin{aligned} \frac{w_0^2 - w_1^2}{2g} + \frac{p_0 - p_1}{\gamma} + z_1 &= 0 \\ \frac{w_2^2 - w_0^2}{2g} + \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + h - z_2 &= 0 \end{aligned}\right| \quad (7a)$$

zerfällen, von denen die erste den Zufluss zur Turbine, die zweite den Abfluss umfasst. Infolge der Kleinheit von w_0 verläuft der erstere stets beschleunigt, der letztere dagegen verzögert, woraus sofort erhellt, dass es im allgemeinen unzweckmässig ist, das Druck- und Saugrohr in unmittelbarer Nähe der Turbine cylindrisch zu gestalten.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen gehen wir zu den besonderen Bedingungen unseres Problems über, von denen diejenige des Beharrungszustandes die wichtigste ist. Dieser Beharrungszustand erfordert aber, dass die Geschwindigkeitskomponenten an jeder Stelle von der Zeit unabhängig sind, so dass

$$\frac{\partial w_z}{\partial t} = 0,\ \frac{\partial w_r}{\partial t} = 0,\ \frac{\partial w_u}{\partial t} = 0 \quad . \quad . \quad (8)$$

wird. Weiter verlangen wir, da es sich hier nur um Vollturbinen handelt, dass der Druck und die Geschwindigkeitskomponenten an allen Punkten eines Parallelkreises im Laufrad (und natürlich auch im Leitapparat, bezw. im Druck- und Saugrohr) dieselben Werte besitzen, dass also

$$\frac{\partial p}{\partial \varphi} = 0,\ \frac{\partial w_z}{\partial \varphi} = 0,\ \frac{\partial w_r}{\partial \varphi} = 0,\ \frac{\partial w_u}{\partial \varphi} = 0. \quad (9)$$

Damit vereinfacht sich sofort die Kontinuitätsgleichung (1) in

$$\frac{\partial (w_z r)}{\partial z} + \frac{\partial (w_r r)}{\partial r} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (1a)$$

und stellt so eine Beziehung zwischen den Komponenten w_z und w_r in einer Meridianebene

dar. Diese Beziehung ist offenbar erfüllt, wenn wir unter Einführung einer Funktion $\Psi(z, r)$, die wir als Stromfunktion bezeichnen wollen,

$$w_z r = \frac{\partial \Psi}{\partial r}, \; w_r r = -\frac{\partial \Psi}{\partial z} \quad . \quad . \quad (10)$$

setzen. Mit (4) folgt aber daraus

$$\frac{\partial \Psi}{\partial r} dr + \frac{\partial \Psi}{\partial z} dz = 0, \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

so dass die Stromfunktion nichts anderes als die Gleichung des Meridianschnittes einer Schar von Wasserfäden bedeutet, welche sich naturgemäss symmetrisch um die Achse gruppieren müssen, siehe Fig. 3. Um die in der

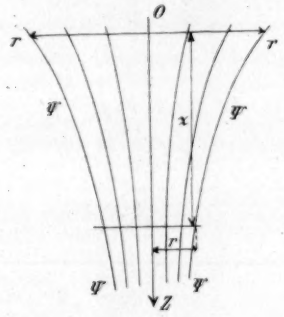


Fig. 3.

Differentialgleichung (11) weggefallene Konstante, d. h. den Parameter der Stromfunktion zu bestimmen, ziehen wir in Fig. 3 im Abstande z von O den zu Ψ gehörigen Radius r. Einem Wasserfaden von der Breite dr entspricht demnach im Raume ein Ringquerschnitt $2\pi r\, dr$, durch welchen in der Zeiteinheit die Wassermenge dQ mit der Axialgeschwindigkeit w_z hindurchtritt, so zwar, dass wegen (10)

$$dQ = 2\pi\gamma r w_z \, dr = 2\pi\gamma \frac{\partial \Psi}{\partial r} dr$$

oder nach Integration über den ganzen Querschnitt

$$Q = 2\pi\gamma \Psi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

wird. Der Parameter eines Stromlinienpaares in der Meridianebene ist demnach der Flüssigkeitsmenge direkt proportional, welche innerhalb des durch die Stromlinie als Erzeugende gegebenen Rotationsraumes in der Zeiteinheit sich bewegt. Im übrigen kann die Funktion $\Psi(r, z)$ ganz beliebig gewählt werden, wenn nur die Symmetrie um die Achse gewahrt bleibt, so dass es nunmehr möglich erscheint, die Strömung den verschiedensten Formen von Laufradkränzen, bezw. Meridianschnitten von Druck- und Saugrohren, in denen man sich den Leitapparat, oder einen Effusor angebracht denken kann, anzupassen.

Ist somit durch die Wahl von Ψ die Strömung in der Meridianebene festgelegt, so ergeben sich aus (10) sofort die beiden Komponenten w_z und w_r. Differenziieren wir dann die erste Gleichung (3) partiell nach r, die zweite nach z und subtrahieren, so folgt

$$\frac{\partial (w_u^2)}{\partial z} = r \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial w_r}{\partial z} - \frac{\partial w_z}{\partial r}\right) . \quad . \quad (13)$$

Da nun die auf der rechten Seite stehenden Geschwindigkeitskomponenten und ihre Ableitungen sämtlich mit der Stromfunktion Ψ gegeben sind, so ist durch diese auch die Veränderlichkeit der Rotationskomponenten w_u^2 in axialer Richtung bestimmt, während ihre Veränderung in radialer Richtung noch willkürlich bleibt. Die erste Veränderlichkeit fällt nur dann gänzlich weg, wenn der Klammerausdruck auf der rechten Seite von (13) einen konstanten Wert annimmt oder selbst verschwindet, was auf eine wirbelfreie Bewegung in der Meridianebene hinausläuft.

Wir kehren nunmehr zur dritten Gleichung (3) zurück, welche wir nach Ausführung der Differentiation rechts mit Rücksicht auf (9) auch schreiben dürfen

$$qr = w_r \frac{\partial (w_u r)}{\partial r} + w_z \frac{\partial (w_u r)}{\partial z} . \quad . \quad (14)$$

Multiplizieren wir diese Formel mit (2), so ergiebt sich für das Drehmoment $\mathfrak{M}$

$$d\mathfrak{M} = qr \, dm$$

$$= \frac{\gamma}{g}\left\{ w_r r \frac{\partial (w_u r)}{\partial r} + w_z r \frac{\partial (w_u r)}{\partial z} \right\} dr\, dz\, d\varphi,$$

oder, da wir wegen der Gleichheit des Bewegungszustandes auf einem Parallelkreis sofort über den Umfang integrieren dürfen

$$\mathfrak{M} = 2\pi \frac{\gamma}{g} \iint \left\{ w_r r \frac{\partial (w_u r)}{\partial r} + w_z r \frac{\partial (w_u r)}{\partial z} \right\} dr\, dz, \quad (15)$$

worin die Integration über den ganzen wassererfüllten Kranzquerschnitt des Laufrades zu erstrecken ist. Dies ist schon die von unserer Theorie geforderte, alle Flüssigkeitsteilchen im Laufrade gleichmässig berücksichtigende Momentgleichung im Gegensatz zu der Eulerschen. Übrigens lässt sich auch diese ältere Formel leicht aus der dritten Gleichung (3) ableiten, wenn wir in dieselbe durch

$$\frac{dm}{dt} = \frac{Q}{g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

die in der Sekunde das Laufrad durchströmende Wassermenge Q einführen. Wir erhalten dann

$$\mathfrak{M} = \int q r \, dm = \frac{dm}{dt} \int d(w_u r)$$

$$= \frac{Q}{g} (w_{u2} r_2 - w_{u1} r_1), \quad . \quad . \quad (16a)$$

worin die Indices 1 und 2 sich auf die Ein- und Austrittsstelle am Laufrad beziehen. Da diese Stellen nun im allgemeinen für jeden Wasserfaden verschiedene Radien besitzen, so liegt in der Herausnahme des Differentialquotienten (16) vor das Integralzeichen schon eine Mittelwertbildung, welche nur ausnahmsweise zulässig ist. Man übersieht leicht, dass dieser Ausnahmefall durch die reine Radialturbine gebildet wird, in welcher keine Bewegungen in der Achsenrichtung vorkommen. Alsdann haben wir mit $w_z = 0$ aus Gleichung (1) $w_r r = \text{const}$. Diese Konstante ergiebt sich sofort aus der Überlegung, dass durch jeden Laufradquerschnitt normal zur Bewegungsrichtung in der Sekunde die Wassermenge Q hindurchströmt. Bedeutet nun $z_2 - z_1$ die konstante Laufradhöhe, so ist der Querschnitt $2\pi r (z_1 - z_2)$, also

$$2\pi r (z_2 - z_1) \gamma w_r = Q$$

oder

$$w_r r = \frac{Q}{2\pi\gamma (z_2 - z_1)}. \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

Da nun in unserem Falle

$$\frac{\partial w_r}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial w_z}{\partial r} = 0,$$

so folgt aus (13)

$$\frac{\partial (w_u^2)}{\partial z} = 0 \text{ oder } w_u = f(r) \quad . \quad . \quad (18)$$

d. h. in der Radialturbine ist die Rotationskomponente der absoluten Wassergeschwindigkeit eine reine Funktion des Achsenabstandes, welche im übrigen durchaus willkürlich bleibt. Auf diese Eigenschaft gründet sich offenbar die grosse Anpassungsfähigkeit der Räder mit nur radial gekrümmten Schaufeln für die verschiedensten Zwecke, insbesondere auch für die Wasserförderung (Centrifugalpumpen). Setzt man nun (17) und (18) in die allgemeine Momentgleichung (15) ein, so wird dieselbe sofort integrabel und liefert die Eulersche Formel (16a) unabhängig von der Form der Funktion $w_u = f(r)$. Durch diese Funktion ist lediglich die absolute Wasserbahn und die Schaufelform bestimmt; für die erstere, in Fig. 4 gestrichelte, folgt durch Division von (17) und (18)

$$\frac{w_r r}{w_u} = \frac{dr}{d\varphi} = \frac{Q}{2\pi\gamma (z_2 - z_1)} \frac{1}{f(r)}$$

oder

$$\varphi - \varphi_1 = \frac{2\pi\gamma (z_2 - z_1)}{Q} \int_{r_1}^{r} f(r)\, dr. \quad . \quad (19)$$

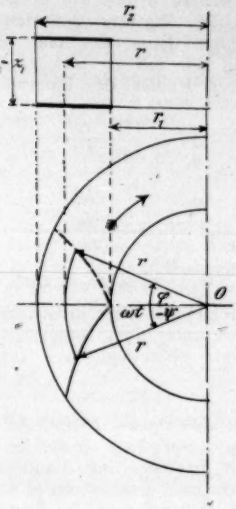


Fig. 4.

Für die in Fig. 4 ausgezogene Schaufelform dagegen erhält man unter Einführung des Neigungswinkels ψ des Fahrstrahles r gegen seine Anfangslage r_1, sowie der Winkelgeschwindigkeit ω des Laufrades durch

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega + \frac{d\psi}{dt},$$

mit Hilfe von (17)

$$\psi = \varphi - \varphi_1 - \frac{2\pi\gamma (z_2 - z_1)}{Q} \frac{\omega}{2} (r^2 - r_1^2)$$

oder

$$\psi = \frac{\pi\gamma (z_2 - z_1)}{Q} \left\{ 2 \int_{r_1}^{r} f(r)\, dr - \omega (r^2 - r_1^2) \right\}. \quad (20)$$

Sind die Schaufeln beispielsweise radial angeordnet, wie bei einzelnen Schleuderpumpen, so wird mit $\psi = 0$ in (20)

$$f(r) = \omega r = w_u,$$

und wir erhalten als Drehmoment

$$\mathfrak{M} = \frac{Q}{g} \omega (r_2^2 - r_1^2).$$

Im übrigen bietet die Radialturbine, der das Wasser natürlich durch einen Leitapparat zugeführt werden muss, während streng genommen ein Effusor dasselbe hinter dem Laufrade wenigstens dann aufnehmen sollte, wenn die Rotationskomponente der Austrittsgeschwindigkeit nicht verschwindet, keinen Anlass zu weiteren Bemerkungen.

Wir wenden uns darum sogleich zur

reinen Axialturbine, in der keine Radialbewegung des Wassers auftreten soll. Mit $w_r = 0$ folgt dann aus (1a) $w_z = \text{const.}$ oder, wenn wir mit r_1 und r_2 den inneren und äusseren Radius des Laufradkranzes bezeichnen

$$w_z = \frac{Q}{\pi\gamma(r_2^2 - r_1^2)} \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

Weiter ist

$$\frac{\partial w_r}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial w_z}{\partial r} = 0$$

also wieder

$$\frac{\partial(w_n^2)}{\partial z} = 0, \quad w_n = f(r).$$

Damit verschwindet aber in Gleichung (15) das zweite Glied unter dem Integralzeichen, während das erste schon wegen $w_r = 0$ wegfällt und folglich

$$\mathfrak{M} = 0$$

wird, d. h. aber, eine reine Axialturbine ist nur im Leergang denkbar. Wenn in Wirklichkeit Turbinen mit Laufrädern, deren Kranz durch zwei konzentrische Cylinder begrenzt sind, funktionieren, so liegt dies natürlich nur daran, dass der Wasserstrom den Kranzquerschnitt nicht vollständig ausfüllt, sondern sich nach Fig. 5 nach der Aussenwandung hin-

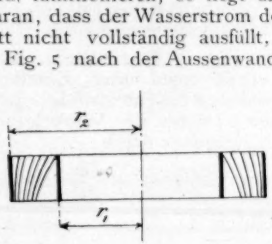


Fig. 5.

drängt, während der tote Raum an der Innenwand mit Wirbeln erfüllt ist. Damit aber wird Gleichung (21) ungültig, d. h. die Wasserbewegung verläuft nicht mehr rein axial.

Jedenfalls erkennt man, dass die Bedingung einer konstanten Axialgeschwindigkeit überhaupt fallen gelassen und für die weitere Untersuchung ein allgemeineres Strömungsbild in der Meridianebene zu Grunde gelegt werden muss; welches sowohl radiale, wie auch axiale Bewegungen zulässt. Wir setzen daher mit einer willkürlichen Konstanten A für die Stromfunktion

$$\psi = A r^\mu z \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

und behalten uns die Verfügung über den Exponenten μ noch vor. Alsdann erhalten wir nach (10)

$$\left.\begin{aligned} w_z &= \frac{1}{r}\frac{\partial \psi}{\partial r} = A\mu r^{\mu-2} z \\ w_r &= -\frac{1}{r}\frac{\partial \psi}{\partial z} = -A r^{\mu-1} \end{aligned}\right| \quad . \quad (23)$$

und

$$\frac{\partial w_r}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial w_z}{\partial r} = A\mu(\mu-2) r^{\mu-3} z$$

oder in (13)

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial w_r}{\partial z} - \frac{\partial w_z}{\partial r}\right) = -A\mu(\mu-3)\left\{ r^{\mu-3} w_z + (\mu-3) r^{\mu-4} z\, w_r \right\}.$$

Ersetzen wir hierin w_z und w_r durch die Ausdrücke (23) und führen das Ganze in (13) ein, so folgt

$$\frac{\partial(w_n^2)}{\partial z} = 3A^2\mu(\mu-2) r^{2\mu-4} z \quad . \quad (24)$$

oder

$$w_n^2 = \frac{3}{2}\frac{(\mu-2)}{\mu} w_z^2 + f^2(r) \quad . \quad (24a)$$

worin $f(r)$ eine willkürliche Funktion von r allein bedeutet. Setzen wir dieselbe der Einfachheit halber gleich Null, so bleibt

$$w_n = w_z\sqrt{\frac{3}{2}\frac{\mu-2}{\mu}} = A r^{\mu-2} z \sqrt{\frac{3}{2}\mu(\mu-2)}. \quad (24b)$$

Für $\mu = 2$ verschwindet offenbar die Rotationskomponente w_n und es bleibt allein die Strömung in der Meridianebene, gegeben durch

$$\psi = A r^2 z, \quad w_z = 2Az, \quad w_r = -Ar \quad (25)$$

Das diesen speziellen Formeln entsprechende Strömungsbild Fig. 6 hat schon Prášil a. a. O.

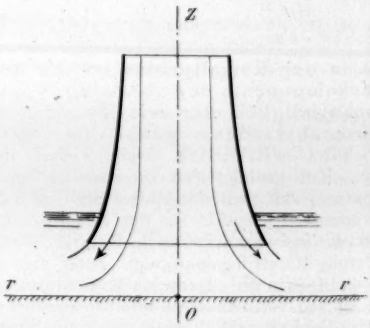


Fig. 6.

für die Konstruktion der Saugrohre von Turbinen vorgeschlagen. Der Koordinatenanfang liegt hier an der Soole des Unterwassergrabens, in deren Spiegel das Saugrohr etwas eintauchen muss. Wenn auch ein theoretisch vollkommener Anschluss der Strömung im Saugrohr an diejenige im Unterwassergraben nicht möglich ist, so spielt dies doch eine um so geringere Rolle, je kleiner die Wassergeschwindigkeit, deren Verminderung nach Glei-

Fig. 7a.

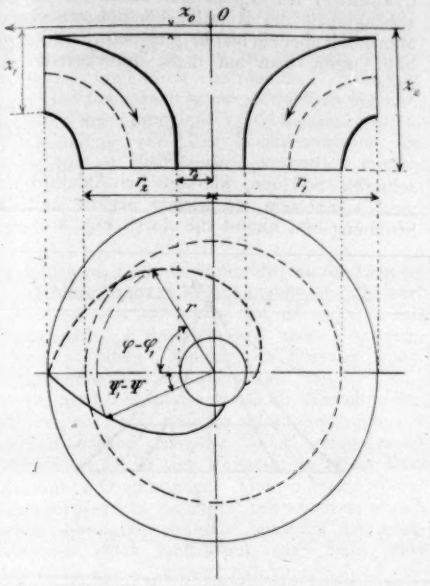


Fig. 7b.

chung (7a) überhaupt die Aufgabe des Saugrohres ist, in dessen unterem Teile angenommen wird.

Man kann übrigens dieses Strömungsbild, welches wegen

$$\frac{\partial w_r}{\partial z} - \frac{\partial w_z}{\partial r} = 0$$

durch Wirbelfreiheit in der Meridianebene ausgezeichnet ist, auch für Kreiselräder verwenden, wenn man in (24a) mit $\mu = 2$

$$w_u = f(r) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

setzt und zwei Stromlinienpaare nach Fig. 7a zur Begrenzung des Laufradkranzes verwendet. Man erhält auf diese Weise eine Turbine bezw. Kreiselpumpe mit radialem Wassereintritt und axialem -Austritt bezw. umgekehrt, welche den amerikanischen Francisturbinen offenbar sehr ähnelt. Das Drehmoment dieser Anordnung ergiebt sich mit (25) und (26), alsdann aus (15) zu

$$\mathfrak{M} = -2\pi \frac{\gamma}{g} A \int r \frac{\partial r f(r)}{\partial r} dr\, dz, \quad (27)$$

während der absolute Wasserweg durch den Leitapparat, das Laufrad und den Effusor ganz allgemein durch die Gleichungen

$$dt = \frac{dr}{w_r} = \frac{dz}{w_z} = \frac{r\,d\varphi}{w_u} \quad . \quad . \quad (28)$$

oder in unserem Spezialfalle durch

$$dt = -\frac{dr}{Ar} = \frac{dz}{2Az} = \frac{r\,d\varphi}{f(r)} \quad . \quad (28a)$$

gegeben sind. Die Integration derselben führt sofort auf die Gleichung des Grundrisses des absoluten Wasserwegs

$$\varphi - \varphi_1 = -\frac{1}{A}\int_{r_1}^{r} \frac{f(r)}{r^2}\, dr, \quad . \quad . \quad (29)$$

der mithin bei demselben Wert r_1 des Eintrittsradius für alle Wasserwege dieselbe Form besitzt und in Fig. 7b punktiert eingezeichnet ist. Den Grundriss der Relativbahn liefert

$$d\psi = d\varphi - \omega\, dt$$

im Verein mit (28a); so zwar dass

$$d\psi = -\frac{f(r) - r\omega}{2Ar}\, dr \quad . \quad . \quad (30)$$

und nach Integration mit dem Anfangswerte $\psi = 0$

$$\psi = \frac{\omega}{A} lgn \frac{r}{r_1} - \frac{1}{A}\int_{r_1}^{r} \frac{f(r)}{r}\, dr \quad . \quad (31)$$

wird. Auch dieser in Fig. 7b ausgezogene Grundriss hat für alle Relativbahnen mit gleichem Eintrittsradius r_1 dieselbe Gestalt. Die Wasserwege selbst ergeben sich am einfachsten durch Vereinigung von (29) bezw. (30) mit der Stromfunktion (25), deren Parameter lediglich von den Koordinaten der Eintrittsstelle am Laufrad abhängt. Die Schaufelflächen im Leitapparat und Effusor, bezw. im Laufrad, auf denen diese Wasserwege liegen müssen, sind sonach erst dann eindeutig bestimmt, wenn wir ihre Form z. B. im Eintrittsquerschnitt festlegen. Führen wir dann noch in die Gleichung

$$dp = \frac{\partial p}{\partial z} dz + \frac{\partial p}{\partial r} dr$$

die Werte der Differentialquotienten aus der ersten und zweiten Gleichung (3) ein, so folgt allgemein

$$\frac{dp}{\gamma} = dz + \frac{w_r\, dr}{g\, r} - \frac{d(w_r^2 + w_u^2)}{2g}, \quad (32)$$

woraus sich nach Integration die Druckverteilung in Querschnitt des Laufrades ergiebt.

Setzt man z. B.

$$w_u = f(r) = Br, \quad \frac{\partial(w_u r)}{\partial r} = 2Br, \quad (26a)$$

so folgt für das Drehmoment

$$\mathfrak{M} = -4\pi \frac{\gamma}{g} AB \iint r^3\, dr\, dz \quad . \quad (27a)$$

und nach Ausführung der Integration über den in Fig. 7a durch die beiden Stromlinien sowie die Geraden z_2 und r_1 begrenzten Querschnitt

$$\mathfrak{M} = \pi \frac{\gamma}{g} A B r_1^2 (r_2^2 z_1 - r_0^2 z_0). \quad (27b)$$

Mit Rücksicht auf die Kleinheit von z_0 und r_0 dürfen wir hierfür aber mit $w_{r1} = -Ar_1$, $w_{u1} = Br_1$ und wegen

$$w_{z2} = \frac{Q}{\gamma \pi (r_2^2 - r_0^2)} \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

auch schreiben

$$\mathfrak{M} = \frac{Q}{g} \frac{w_{r1}\, w_{u1}}{w_{z2}} (z_1 - z_0). \quad . \quad (27c)$$

Hierin wählen wir bei gegebener Wassermenge Q die Werte w_{u1}, w_{z2} und w_{r1}, bestimmen dann bei kleinem r_0 den Austrittsradius r_2 aus (33) und schliesslich noch mit der Höhe $z_1 - z_0$ des Eintrittskranzes aus

$$w_{r1} = \frac{Q}{2\pi r_1 (z_1 - z_0)} \quad . \quad . \quad . \quad (34)$$

den Radius desselben. Damit erhalten wir neben dem Moment (27c) auch die Konstanten A und B. Mit einem Gesamtgefälle des Wassers und einem hydraulischen Wirkungsgrade η, der sich gegebenenfalls aus der nicht ausgenutzten Energie des Wassers beim Verlassen der Turbine berechnet, folgt dann die Winkelgeschwindigkeit durch die Arbeitsgleichung

$$\mathfrak{M}\, \omega = \eta\, Q\, h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35)$$

und mit dieser die Umfangsgeschwindigkeit $u = r\,\omega$ für jeden Punkt des Rades. Speziell für r_1 bestimmt diese wiederum mit w_{u1} und w_{r1} den Eintrittschaufelwinkel, während w_{u1} und w_{r1} allein schon die Neigung der Leitschaufeln festlegen. Durch Einsetzen von (26a) in (31) folgt schliesslich für den Grundriss der Relativbahn auf der Laufradschaufel

$$\psi = \frac{\omega - B}{A} \lg n \frac{r}{r_1} \quad . \quad . \quad . \quad (31a)$$

Da es sich hier nur darum handelt, die allgemeine Anwendbarkeit der Methode zu zeigen, so kann die Zweckmässigkeit der in (25) und (26) getroffenen Festsetzungen etwa für Francisturbinen dahingestellt bleiben. Dass die Stromfunktion $\psi = Ar^2 z$ für Axialturbinen nicht brauchbar ist, ergiebt sich schon aus der Unabhängigkeit der Rotationskomponente von z. Man erhält aber ein hierfür geeignetes Strömungsbild, wenn man auf (24b) zurückgreift und dafür

$$\mu = \frac{6}{3 - 2\left(\frac{w_u}{w_z}\right)^2}. \quad . \quad . \quad . \quad (24c)$$

schreibt. Soll nun, wie stets bei Axialturbinen $2w_u^2 > 3w_z^2$ sein, so wird μ negativ und das Strömungsbild nimmt die durch Fig. 8 darge-

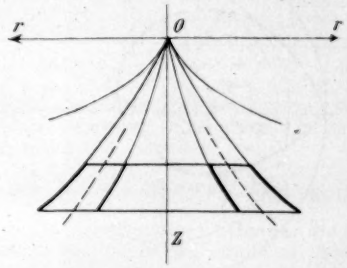


Fig. 8.

stellte Form an, welche im Koordinatenanfang eine Quelle bezw. Senke besitzt. Natürlich darf dieser Punkt nicht innerhalb des wirklich erstrebten Stromverlaufes liegen; er beeinflusst aber, wie man aus dem eingezeichneten Profil einer Axialturbine erkennt, ganz ausserordentlich die Wasserführung in derselben, sowie im Leitapparat. Von der weiteren Verfolgung des Problems der Axialturbine, welches nach den vorstehenden Darlegungen mathematisch keine Schwierigkeiten bietet, soll angesichts der in der Neuzeit sehr gesunkenen Bedeutung dieser Turbinengattung hier abgesehen werden.

Danzig-Langfuhr, Technische Hochschule.

(Eingegangen 9. Januar 1905.)

BESPRECHUNGEN.

Wilh. Donle, Lehrbuch der Experimentalphysik für Realschulen und Realgymnasien. Dritte Aufl. gr. 8. 368 Seiten und 420 Textabbildungen und einer Spektraltafel. Stuttgart, F. Grub. 1905. Preis geb. M. 3,60.

Als eine besonders erfreuliche Erscheinung auf dem Gebiete der Lehrbuchlitteratur möchte ich das vorliegende Donlésche Werk bezeichnen. Dies beweist wohl auch der Umstand, dass nach Jahresfrist bereits auf die zweite nunmehr schon die dritte Auflage gefolgt ist. Knappe, klare Darstellung, treffender Ausdruck, volle Berücksichtigung moderner Anschauungen, insbesondere der Energetik, Gründlichkeit ohne Breite, wissenschaftlicher Standpunkt und doch Wahrung der Bedürfnisse der Schule, das sind alles Vorzüge, welche das Buch vor vielen anderen auszeichnen.

Mit der wunderlichen Trennung der Dynamik von der Statik (letztere ist, wie bei den meisten

bayrischen Lehrbüchern, an das Ende des Buches gerückt) sowie mit einigen Irrtümern (wir führen hier nur die Identifizierung des Begriffes der „spezifischen Wärme" mit dem der „Wärmekapazität" S. 119 an), werden spätere Auflagen hoffentlich aufräumen. Jedenfalls kann das Buch sehr warm empfohlen werden, auch für den Unterricht in Gymnasien, zumal die Zufügung von 560 Übungsaufgaben die Brauchbarkeit des Werkes wesentlich erhöht.

Behrendsen.

(Eingegangen 28. Dezember 1904.)

H. Langer, Grundriss der Physik für Lehrerseminare, höhere Mädchenschulen und verwandte Lehranstalten. gr. 8°. 400 S. mit 495 Abb., 4 Porträts und einem Anhange von 3 Tafeln. Leipzig, G. Freytag. 1903. Gebunden in Leinen 4,50 M.

Dadurch, dass das Buch für Anstalten bestimmt ist, auf welchen der Gebrauch der mathematischen Sprache nicht vorausgesetzt werden kann, ist der Verfasser in seiner Darstellung sehr gebunden. Um so mehr ist das ausserordentliche Geschick, mit welchem er sich seiner schwierigen Aufgabe entledigt hat, anzuerkennen. Man merkt auf jeder Seite, dass das Buch einem reichen Erfahrungsschatz entsprungen ist, dass er sich bemüht, originell zu sein und nicht die ausgetretenen Pfade der gewöhnlichen Lehrbuchlitteratur zu wandeln. Es gelingt dem Verfasser in der That, den Anschauungen des modernen physikalischen Unterrichts gerecht zu werden, überall das Begriffliche herauszubilden und mit Vermeidung blossen Gedächtniskrames den Zusammenhang der Dinge in erfreulicher Weise zur Darstellung zu bringen. Ganz besonders ist es rühmend hervorzuheben, dass auch dem Energiebegriff voll und ganz in allen Gebieten Rechnung getragen wird.

Nur ist es nicht zu verstehen, warum (nachdem die sog. „allgemeinen Eigenschaften" erörtert sind) sofort die Wärmelehre gebracht wird, ehe die Mechanik absolviert ist. Der Verfasser ist dadurch gezwungen, den Energiebegriff vorläufig zu entwickeln und gewissermassen vorweg zu nehmen, ehe die mechanische Unterlage gegeben ist; auch muss die Betrachtung der Dampfmaschine aus der Wärmelehre ganz ausgeschieden und später erst bei der Mechanik der luftförmigen Körper nachgeholt werden. Diese und einige sonstige Diskontinuitäten sind auch wohl die einzigen prinzipiellen Fehler, die dem Buche anhaften. Von Irrtümern, die eine spätere Auflage wohl beseitigen wird, wollen wir nur die auf Seite 192 vorkommende Vergleichung „der Wellenberge und Täler der Wasserwellen mit den Verdichtungen und Verdünnungen der Luftwellen" hervorheben.

Die Abbildungen sind gut und zum Teil dem bekannten Machschen Leitfaden entnommen. Ein Inhaltsverzeichnis fehlt leider.

Behrendsen.

(Eingegangen 15. November 1904.)

G. Melinat, Physik für deutsche Lehrerbildungsanstalten auf Grund der neuen amtlichen Bestimmungen vom 1. Juli 1901 bearbeitet. gr. 8°. VIII u. 479 S. mit 394 Abbildungen. Leipzig, B. G. Teubner. 1903. 5,60 M., gebunden in Leinen 6,40 M.

Das Buch zerfällt in zwei Hauptabschnitte. Der erste, umfangreichere Teil sucht in etwas breiter, erzählender Form dem Leser ein Bild von den Haupterscheinungen der Physik zu geben, während der zweite das Gelernte systematisch kurz wiederholt und hierbei mit mathematischer Formulierung und Behandlung einsetzt.

Diese Behandlungsform wäre keineswegs zu unterschätzen, wenn der Verfasser auch den ersten Teil in klarerer, knapperer und besser disponierter Darstellung gegeben hätte. Allerdings ist das Ganze in eine grosse Zahl von Kapiteln zerlegt und jedem derselben wird in meist drei Sätzen eine Stoffeinteilung vorangeschickt. Doch ist der Verfasser innerhalb dieser Kapitel mit seinem allzu breiten Erzählerton, der ihn oft aus dem Hundertsten in das Tausendste führt, nicht immer gerade sehr glücklich; man lese nur z. B. das Kapitel II, 5., an dessen Schluss von Orgelpfeifen, Vokalbildung, über den Kundtschen Versuch, über Diathermansie des Steinsalzes und der Gase, über das Springen der Kondensorlinsen gesprochen wird, ohne dass ein leitender Gedanke klar hervortritt; nicht minder unklar ist gleich das folgende Kapitel über „Flamme, Wasserstrahl und Ton".

Dass die Stoffauswahl vielfach dem Zweck des Buches nicht entspricht (z. B. in dem Kapitel über Kalorimetrie), dass auch im einzelnen recht viele Irrtümer vorkommen, soll hiermit nur kurz angedeutet werden. Am geniessbarsten ist der zweite, rechnende Teil. Doch wird auch der erste in manchen seiner Abschnitte sicherlich anregend wirken.

Behrendsen.

(Eingegangen 15. November 1904.)

Astronomischer Jahresbericht. Mit Unterstützung der astronomischen Gesellschaft, herausgegeben von W. F. Wislicenus. V. Band, enth. die Litteratur des Jahres 1903. gr. 8. XXXV und 663 S. Berlin, G. Reimer. 1904. M. 20,—.

Auch der vorliegende fünfte Jahrgang des mit Unterstützung der Astronomischen Gesellschaft herausgegebenen Jahresberichtes ist mit

gewohnter Sorgfalt bearbeitet. Der Umfang des Werkes ist, was die Seitenzahl anlangt, nicht erheblich gewachsen, dagegen hat die Anzahl der Referate eine Zunahme von 171 gegen 1902 und von 69 gegen 1901 erfahren. Die rein sachliche Behandlung des Inhaltes der besprochenen Werke ist auch in diesem Bande auf das strengste gewahrt. Interessant ist die kleine Zusammenstellung, welche Verfasser in der Einleitung giebt; sie lässt erkennen, auf welchen Gebieten in den drei letzten Jahren astronomisch relativ mehr gearbeitet wurde. Vor allem fällt auf, dass sich die auf die Kapitel 10 und 11 verteilenden Mitteilungen einzelner Beobachtungsergebnisse recht stark vermehrt haben; davon entfallen viele auf die Thätigkeit von Liebhabern der Astronomie. Eine andere Klasse von Schriften hat auch erheblich zugenommen, das sind diejenigen über mechanische Hilfsmittel zur Ausführung längerer oder auch genäherter Rechnungen. Wenn hier auch nur ganz wenige Punkte herausgegriffen werden können, so lässt sich schon daraus erkennen, dass die „Jahresberichte" nicht nur als Nachschlagebuch von Wert sind, sondern dass dieselben im weiteren Verlauf der Jahre ein höchst interessantes Material für die Fluktuation der einzelnen Zweige der astronomischen Wissenschaft liefern werden, da sie an Vollständigkeit nichts zu wünschen übrig lassen. Es wäre bei der steten Zunahme des Materials vielleicht daran zu denken, die Referate über die „Referate" ein und desselben Werkes, wie sie sich auch noch vielfach vorfinden, etwas mehr zusammenzufassen. Im Grunde genommen ist es doch die Hauptsache zu erfahren, was im Originalwerk steht. Referate, die nicht selbständige Ideen an die Besprechung des Originales knüpfen, könnten ruhig durch den einfachen Litteraturhinweis erledigt werden. Ambronn.

(Eingegangen 15. November 1904.)

Travaux et Mémoires du Bureau international des poids et mesures. Tome XII. 1902. LXXXII und 269 S. Paris, Gauthier-Villars. 1902.

Der vorliegende XII. Band der Publikationen des Internationalen Bureaus enthält ausser den üblichen Listen der Mitglieder des Bureaus und derjenigen des internationalen Komitees drei ausführliche Abhandlungen und sodann die Berichte über die 1., 2. und 3. Generalkonferenz des internationalen Komitees, welche in den Jahren 1889, 1895 und 1901 zu Paris stattfanden. —

Die erste der drei Abhandlungen ist von dem Direktor des Bureaus Dr. J. René Benoit verfasst und behandelt die Festsetzung der Beziehungen zwischen englischem Yard-Mass und dem Meter. Da der Original-Etalon des englischen Masssystems [1]) nicht nach Paris überführt werden konnte, wurden zwei Kopien desselben angefertigt und zur Vergleichung dem Bureau übergeben. Die erste dieser Kopien, bezeichnet als „Parliamentary Copy VI", ist nach Material und Form eine genaue Nachbildung des Imperial Standard Yard, es ist ein Stab von quadratischem Querschnitt mit Seite von 25,4 mm aus sogen. Baily-Metall; an den Enden sind Lamellen von Gold eingelassen, welche bis zur Mitte des Stabquerschnittes, d. h. bis zur neutralen Linie reichen. Diese Lamellen tragen je einen Hauptstrich, als Definition der Masslänge und noch je zwei Hilfsstriche in etwa 2,5 mm Entfernung. Die Vergleichung dieses Etalons mit dem Standard Yard ergab für 62° F.:

(1886) P. C. VI = I. St. Y. — 0,09 μ
= I. St. Y. — 0,0000034 inch.

Eine neue Vergleichung im Jahre 1892 lieferte ein etwas abweichendes Resultat, nämlich

P. C. VI = I. St. Y. — 2,96 μ.

Bevor diese Kopie nach Paris gesandt wurde, ist sie nochmals sehr sorgfältig verglichen worden, und man fand aus 4 unabhängigen Beobachtungsreihen:

(1894) P. C. VI = I. St. Y. — 3,62 μ oder es ist
P. C. VI = I. St. Y. bei 62,41° Fahrenheit,

bei einem Ausdehnungskoeffizienten des P. C. VI von 0,000017453 für den Centigrad. Wesentlich schwieriger gestaltete sich die Vergleichung des Yard-Etalons mit den Normalen des Bureaus, da die ersteren nur etwa 914 mm lang sind und die Hauptnormale des internationalen Komitees Strichmassstäbe sind, die nur in der Entfernung von 1 Meter mit Strichen versehen sind (abgesehen von den Hilfsstrichen). Es mussten daher noch Masse zwischengeschaltet werden, welche von cm zu cm geteilt waren, und für deren einzelne Striche die Teilungsfehler genau untersucht waren. — Durch solche geeignete Einrichtung gelang es schliesslich, die folgenden Vergleichungen von allgemeiner Bedeutung zu erhalten:

P. C. VI = 0,91437572 m
I. St. Y. = 0,91437934 m } für 15,5° C.

und damit als definitive Relationen zwischen dem metrischen und dem englischen Masssystem:

1 Yard = 0,9143992 Meter,
1 Meter = 1,0936143 Yard,
1 „ = 39,370113 englischer Zoll.

Einige frühere Vergleichungen, die z. T. bei den Bestimmungen von Pendellängen oder Basismessungen benutzt wurden, werden noch mit den entsprechenden Resultaten angegeben. —

1) The „Imperial Standard Yard" oder „Yard Nr. 1".

Die zweite grössere Arbeit, welche der Band enthält, ist ebenfalls von J. R. Benoit in Gemeinschaft mit Ch. Ed. Guillaume verfasst, sie behandelt unter dem Titel „Mètres au Bouts" die als „Endmassstäbe" eingerichteten Etalons des metrischen Systems, wie solche an 5 verschiedene Staaten auf deren Wunsch geliefert wurden.[1] Das Metall dieser Stäbe ist eine Legierung von Platin (89,83 %) und Iridium (10,16 %) mit Spuren von Radium und Eisen. Den Querschnitt des sehr nahe einen Meter langen Stabes zeigt die nachstehende Figur, die Flächen

a und b liegen nahezu in der neutralen Zone und der ganze Stab ist in hohem Masse widerstandsfähig gegen Biegung und doch verhältnismässig leicht. Die beiden planparallelen Endflächen begrenzen den Massstab. — Die 6 Exemplare dieses Stabes wurden von der Firma Johnson, Matthey & Co. angefertigt. Zunächst mussten die Ausdehnungskoeffizienten bestimmt werden; das geschah bei senkrechter Stellung der Stäbe in einem besonders eingerichteten Gefässe, welches genau beschrieben und abgebildet wird. Die Ausdehnungskoeffizienten der einzelnen Stäbe sind sehr nahe gleich, so dass ein Mittelwert dafür angesetzt werden konnte

$$\alpha = (8612 + 1{,}70)\, 10^{-9},$$

bezogen auf ein Hartglasthermometer. Da die Endmassstäbe mit den Strichnormalen verglichen werden mussten, waren besondere Einrichtungen erforderlich. Dieselben bestanden im wesentlichen aus kleinen Zwischenstücken, welche eine sichere Beziehung zwischen einem mit niederem Kugelsegmente endenden Zapfen und zweier Striche anzugeben gestatteten, die seitlich auf dem Zwischenstücke angebracht waren.[2]

Das Resultat der so mit grösster Sorgfalt ausgeführten Versuche, deren technische Anordnung besonders interessant erläutert wird, war die Auffindung der Gleichungen zwischen dem Original-Etalon des Bureaus und der 6 Kopien. Hier dürfte im besonderen diejenige interessieren, welche sich auf die Kopie Nr. [4] bezieht, da diese für Deutschland erworben wurde. Die Gleichung lautet:

$$[4] = 1^m + 4{,}3\,\mu \text{ für } 0^0 \text{ C.}$$

Als Anhang zu dieser Abhandlung findet sich noch die Vergleichung der dem Pariser Observatorium und dem Conservatoire des Arts et Métiers gehörigen Normalstäbe mit dem „Mètre des Archives" beigefügt. — Die Resultate aller vorgenommenen Vergleichsmessungen sind in voller Ausführlichkeit der Schrift angehängt.

Die dritte Abhandlung giebt die „Vergleichung des Platinthermometers [1]) mit dem Gasthermometer und die Bestimmung der Siedetemperatur des Schwefels". Die Untersuchungen sind von P. Chappuis und J. A. Harker ausgeführt. —

Die mitgeteilten Arbeiten beziehen sich zunächst auf die Bestimmung des Widerstandes mehrerer von dem Observatorium zu Kew nach Sèvres gesandten Platinthermometer mit Hilfe eigens dazu konstruierter Apparate. Diese bestehen im einzelnen aus der Verbindung besonders eingerichteter Widerstandskästen mit der Wheatstoneschen Brücke und aus zweckmässigen Bädern für gleiche und konstante Temperatur. Durch eine Zeichnung wird die zweckmässigste Einrichtung der Platinthermometer veranschaulicht. In dem Rahmen eines Referates kann unmöglich näher auf die sehr detaillierten Mitteilungen des Ganges der Untersuchung eingetreten werden, es mag in dieser Hinsicht nur erwähnt werden, dass namentlich die Vergleichung mit dem Gasthermometer äusserst sorgfältig durchgeführt worden ist. Einige Nebenresultate sollen hier noch angeführt werden. Der kubische Ausdehnungskoeffizient des Jenenser Hartglases ergab:

$$V_t = V_0 (1 + 0{,}00021\,801\, t + 0{,}000000015\,536\, t^3)$$

oder:

$$V_{100^0} = V_0 (1 + 0{,}0023\,355).$$

Nach einer 81stündigen Erhitzung auf 455^0 fand sich

$$V_{100^0} = V_0 (1 + 0{,}0023\,436).$$

Der Ausdehnungskoeffizient des Stickstoffs für 1^0 C. ergab sich gleich: 0,0036724 im Mittel aus zwei Messungsreihen.

Für den kubischen Ausdehnungskoeffizienten des benutzten Thermometerreservoirs, welches aus Porzellan der Berliner Königl. Manufaktur bestand, ergab sich aus zwei Beobachtungsreihen:

$$V_t = V_0 (1 + 0{,}000008\,070\, t + 0{,}000000008\,98\, t^2).$$

Im zweiten Teil der Abhandlung wird im Anschluss an die Prüfungen des Platinthermometers die Siedetemperatur des Schwefels bestimmt, wozu ein besonders konstruiertes Verdampfungsgefäss benutzt wurde, dasselbe wird abgebildet und genau beschrieben. Die fragliche Temperatur ist sodann aus zwei Beobachtungsreihen zu $445^0{,}2$ des Normalthermometers gefunden worden. —

1) Das eigentliche Prototyp des metrischen Systems ist ein Strichmass und eine Kopie verblieb in Paris.

2) Ohne die dem Original beigegebenen Figuren lässt sich die Einrichtung nicht im einzelnen beschreiben.

1) D. h. eines Thermometers, welches auf den Leitungswiderstand des Platins gegründet ist.

In einer Schlussbemerkung geben die Verf. noch eine Formel für den Unterschied der mittels des Platinthermometers und des Gasthermometers gefundenen Temperaturen; dieselbe lautet:

$$T_{gas} - T_{plat.} = \delta\left(\left[\frac{T}{100}\right]^2 - \frac{T}{100}\right), \text{ worin } \delta = 1{,}54$$

zu setzen ist und der Umfang des Gültigkeitsbereiches zwischen -23^0 und $+450^0$ liegt. —

Die Berichte über die drei Konferenzen des Komitees enthalten im wesentlichen geschäftliche Mitteilungen und es kann daher hier füglich der Hinweis auf dieselben genügen.

Ambronn.

(Eingegangen 15. November 1904.)

Procès-verbeaux des Séances de la Comité international des poids et mesures. — Session de 1902 et de 1903. 2 Bände. 176 S. u. 170 S. Paris, Gauthier-Villars.

Diese Publikationen des internationalen Komitees erscheinen bereits seit 1876, bilden aber seit 1902 eine neue Serie. Sie enthalten ausser den rein geschäftlichen Mitteilungen, welche die Präsenzlisten der Mitglieder, die Ansprachen und Diskussionen während der einzelnen Sitzungen, die gefassten Beschlüsse angeben, noch die Nachweisungen über die Kosten der Arbeiten (Apparate und Gebäude) und die Verteilung derselben auf die einzelnen Vertragsmächte, deren es im Jahre 1901 zwanzig waren. An diese Angaben schliesst sich der in der ersten Sitzung der Konferenz gegebene Bericht des Direktors des Instituts zu Sèvres über die ausgeführten Arbeiten, darin werden kurze Mitteilungen über die Resultate gegeben, und schliesslich findet sich in jedem Bande noch ein Anhang, welcher mehrere Spezialberichte über Untersuchungen enthält, welche von Mitgliedern des Bureaus ausgeführt worden sind. Grössere Arbeiten dagegen erscheinen in den „Traveaux et Mémoires" des Bureaus (vergl. voriges Ref.).

An dieser Stelle dürfte der Hinweis auf die folgenden, in Berichten kurz berührten Arbeiten von Interesse sein:

Sitzung 1902: Eine Studie von Benoit über Teilmaschinen und über Untersuchungen mehrerer Jäderinscher Basismessdrähte. Chappuis hat sehr ausführliche Bestimmungen über das Gewicht eines Kubikdezimeter Wasser, die später in extenso veröffentlicht werden sollen, gemacht und ausserdem Studien über gewisse Eigentümlichkeiten einiger Gase, nämlich des Wasserstoffes, des Stickstoffes, der atmosphärischen Luft und der Kohlensäure. — Guillaume führte Studien über einen Apparat zur Messung des Ausdehnungskoeffizienten aus und hat ausserdem eine spez. Beschreibung des Instituts zu Breteuil ausgearbeitet (vgl. Ref. d. Ztschr. **3**, 511, 1902). Ein Nekrolog auf den langjährigen Sekretär Dr. Hirsch bildet den Schluss der Sitzungsberichte. Der Anhang dieses Bandes enthält ein Resumé über die Frage der Einführung verschiedener Normaltemperaturen der dem gewöhnlichen Gebrauch überlieferten Längen- und Gewichts-Etalons; sodann eine Zusammenstellung verschiedener gesetzlicher Vorschriften, das metrische System betreffend, und schliesslich eine Aufzählung sämtlicher bis dahin erschienenen Schriften des internationalen Komitees, welches zum Zweck der Auffindung bestimmter Arbeiten von besonderem Werte ist, da kurze Inhaltsangaben beigefügt sind. —

Aus dem zweiten Bande, welcher die Berichte der Sitzung von 1903 enthält, dürfte hier besonders anzuführen sein: Die Studien über Basismessapparate, welche Benoit weiter fortgesetzt hat; ein kurzer Bericht über die Vergleichung des englischen Normalmasses mit dem Mètre des Archives. Die Bestimmung der Länge einiger Reversionspendel, welche zu absoluten Schweremessungen benutzt worden sind, hat speziell geodätisches Interesse. Eine Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten gesponnenen Quarzes, der jetzt vielfach für Aufhängefäden und dergl. benutzt wird, hat dafür den folgenden Ausdruck geliefert:

$$L_t = L_o(1 + 0{,}000000384741\ t + 0{,}000000001150\ t^2)$$

gültig etwa zwischen 0^0 und 83^0 Cels.

M. Guillaume hat seine Untersuchungen über die Legierungen von Stahl und Nickel für verschiedene prozentuale Mischungsmengen fortgesetzt, die ganz besonderes Interesse für die Chronometrie erlangen dürften. Eine ausführlichere Darstellung dieser Arbeiten giebt die als Anhang beigefügte Abhandlung. Der letztere enthält ausserdem noch eine Mitteilung über die Einführung des metrischen Systems in die Textil-Industrie, sowie eine wertvolle Zusammenstellung einer grösseren Anzahl von Bestimmungen der Ausdehnungskoeffizienten einer Reihe von festen Körpern. Diese Liste, welche wohl die genauesten zur Zeit bekannten Daten in dieser Richtung angiebt, ist besonders noch dadurch von Wert, dass sie die neueren Bestimmungen für ein und denselben Körper nebeneinander stellt und so ein Urteil über die bisher erlangten Genauigkeitsgrenzen ermöglicht (vergl. auch die nachfolgende Zusammenstellung).

Wie die vorstehenden Zeilen andeuten, ist auch in diesen Sitzungsberichten immer eine grössere Anzahl besonders auch den Physiker interessierender Daten enthalten.

Neu bestimmte lineare Ausdehnungskoeffizienten einiger fester Körper.[1])

Die Koeffizienten α und β der Formel $L_T = L_0(1 + \alpha T + \beta T^2)$ sind auf Normal-Temp. bezogen.

Körper	Grenzen der Bestimmung	Koeffizienten $\alpha \cdot 10^6$	Koeffizienten $\beta \cdot 10^9$	Ausdehnung für 1 Meter zwischen 0^0—100^0 in μ	Autorität
Quarz parallel zur Achse	0^0—85^0	+ 7,161	+ 8,01	+ 796,2	B.
Quarz senkrecht zur Achse	16—100	+ 7,144	+ 8,15	+ 795,9	Sch.
Quarz	0—85	+13,255	+11,63	+1441,8	B.
Quarz	6—85	+ 0,385	+ 1,15	+ 50,0	Ch.
Quarz amorph	0—1000	+ 0,7		+ 70,0	L. Ch.
Quarz amorph	16—100	+ 0,322	+ 1,52	+ 47,4	Sch.
Quarz amorph	0—1000	+ 0,54		+ 54,0	Ho. e. He.
Beryll parallel zur Achse	0—85	— 1,348	+ 4,12	— 93,6	B.
Beryll senkrecht zur Achse	0—85	+ 1,002	+14,57	+ 145,9	B.
Kalkspat parallel zur Achse	0—85	+25,135	+ 1,80	+2631,5	B.
Kalkspat senkrecht zur Achse	0—85	— 5,578	+ 1,38	— 544,0	B.
Platin rein	0—85	+ 8,901	+ 1,21	+ 902,2	B.
Platin rein	0—1000	+ 8,868	+ 1,324	+ 900,0	Ho. e. D.
Iridium rein	0—85	+ 6,358	+ 3,21	+ 607,9	B.
Platin-Iridium 10 Proz.	0—85	+ 8,598	+ 1,66	+ 876,4	B.
„ „ 20 „	0—38	+ 8,651	+ 1,00	+ 875,1	B. e. Gu.
„ „ 20 „	0—1000	+ 8,198	+ 1,418	+ 834,0	Ho. e. D.
Palladium	0—1000	+11,670	+ 2,187	+1188,9	Ho. e. D.
Silber	0—875	+18,270	+ 4,793	+1874,9	Ho. e. D.
Eisen	0—500	+11,705	+ 5,254	+1223,0	Ho. e. D.
Weiches schwedisches Eisen	0—38	+11,334	+ 7,39	+1207,3	Gu.
Nickel	0—38	+12,512	+ 6,76	+1318,8	Gu.
Nickel	0—121	+12,48	+ 7,4	+1322,0	Tu.
Nickel	375—1000	+13,460	+ 3,315		Ho. e. D.
Kobalt	6—120	+12,08	+ 6,4	+1272,0	Tu.
Konstantan (6 *Cu* . 4 *Ni*)	0—500	+14,810	+ 4,024	+1521,2	Ho. e. D.
Nickelstahl (Mittel-Wert)	0—38	+14,479	+ 4,48	+1492,7	Gu.
„ 22 Proz.	„	+18,3	+ 4,3	+1873,0	„
„ 25 „	„	+16,0	+11,5	+1715,0	„
„ 28 „	„	+11,3	+28,9	+1419,0	„
„ 30 „	„	+ 7,3	+21,2	+ 942,0	„
„ 35 „	„	+ 1,2	+ 2,3	+ 143,0	„
„ 40 „	„	+ 5,5	— 4,5	+ 505,0	„
„ 45 „	„	+ 8,5	— 2,5	+ 825,0	„
„ 50 „	„	+ 9,8	+ 2,4	+1004,0	„
„ 70 „	„	+11,9	+ 3,9	+1229,0	„
Französisches Hartglas als Röhren	0—100	+ 7,267	+ 5,16	+ 778,3	Ch.
„ „ „ Blöcke	0—85	+ 7,375	+ 4,42	+ 781,7	B.
„ „ „ Stäbe	0—100	+ 7,364	+ 3,56	+ 772,0	Th., Sch. e. S.
Spiegelglas de St. Gobain	0—85	+ 7,231	+ 4,15	+ 764,6	B.
Jenaer Glas 16. III	0—85	+ 7,562	+ 4,59	+ 802,1	B.
„ „ 16. III	0—100	+ 7,688	+ 3,41	+ 802,9	Th., Sch. e. S.
„ „ 59. III	0—100	+ 5,653	+ 2,57	+ 591,0	Th., Sch. e. S.

Autoritäten: B. = Benoit. Ch. = Chappuis. L. Ch. = Le Chatelier. D. = Dag. Gu. = Guillaume. He. = Henning. Ho. = Holborn. Sch. = Scheel. S. = Sell. Th. = Thiesen. Tu. = Tuton.

1) Aus: Procès-verbeaux des Séances 1903.

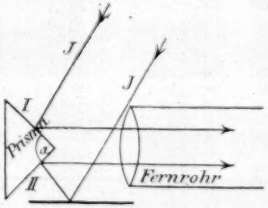
Ambronn.

(Eingegangen 15. November 1904.)

Fr. Nušl und J. J. Frič, Etude sur l'appareil circumzénithal. Sonderabdruck aus Bull. intern. de l'Acad. des Sciences de Bohême. Prag, 1903. 63 S. Mit 3 Tafeln und Abbildungen im Text. —

Das Werkchen giebt die Beschreibung eines von den Verfassern konstruierten Instruments, welches dazu dienen soll, mit grosser Präzision Sterne bei ihrem Durchgang durch einen bestimmten Almukantar zu beobachten. Auf Grund der ermittelten Zeitmomente kann dann sowohl Zeit und Polhöhe bestimmt werden. Es sind in letzter Zeit eine grössere Reihe ähnlicher Instrumente angegeben worden, bei denen es immer darauf ankam, eine an sich gleichgültige, aber immer mit grosser Konstanz zu fixierende Höhe über dem Horizont für den Beobachtungsmoment zu erhalten. In gewissen Fällen werden dazu Spiegel mit konstanter Neigung, in anderen Prismen mit bestimmten Brechungswinkel entweder in Verbindung mit genauen Libellen oder mit dem Quecksilberhorizont benutzt. Man macht auf diese Weise die Beobachtung unabhängig von Kreisteilungen, Indexfehlern u. dergl. Es ist auch kein Zweifel, dass die Idee solcher Instrumente gewiss richtig ist, in der Praxis stellen sich aber doch mehrfache Schwierigkeiten ein, die der Erreichung

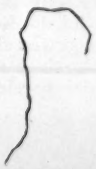
des vorgesteckten Zieles hinderlich sind. Dahin gehören genaue Justierung, Refraktionsanomalien in verschiedenen Azimuten und meist auch der Umstand, dass eben nur in einer ganz bestimmten Höhe beobachtet werden kann. Meist ist auch die Berechnung der Beobachtung etwas umständlich. — Bei dem in vorliegendem Schriftchen angegebenen Instrument (in zwei Konstruktionen), welches im einzelnen nicht wohl ohne Zeichnung beschrieben werden kann, wird die konstante Höhe durch Anwendung eines Prisma mit horizontal liegender brechender Kante erreicht in Verbindung mit einem Quecksilberhorizont, der wohl centrisch mit dem Instrument aber unabhängig von diesem aufgestellt ist. Schematisch ist dann der Vorgang der, dass der Lichtstrahl J sowohl auf die Fläche I, als auch auf den Quecksilberhorizont



und von diesen refl. auf die Fläche II trifft. Die beiden Strahlen werden parallel sein, resp. die durch beide Hälften des Strahlenbündels erzeugten Bilder werden zusammenfallen, wenn die Höhe des Gestirnes gleich $180-\alpha$ ist. Durch geeignete Einrichtungen kann die Beobachtung von einem speziellen, einzelnen Moment unabhängig gemacht und andererseits genauer gestaltet werden. Das Heftchen enthält auch die Ableitung der zweckmässigsten Rechnungsvorschriften für Zeit und Breitenbestimmungen und einige durchgeführte Beispiele, welche zeigen, dass thatsächlich eine grosse Genauigkeit erreicht werden kann. Der Anwendung auf Reisen stehen solchen Apparaten meist die nötigen Vorbereitungsrechnungen entgegen, die nötig sind, wenn die Beobachtungszeiten ökonomisch verwertet werden müssen; im übrigen ist das Prinzip der Autokollimation, wie es hier zur Geltung gebracht ist, gewiss überall, wo es sich um die Eliminierung der sogen. „Nullpunktfehler" handelt, von besonderer Bedeutung.

Ambronn.

(Eingegangen 15. November 1904.)



H. Servus, Die Störungen der Atmosphäre und des Erdinnern durch Sonne und Mond. Neue Grundlagen der Meteorologie. T. II. Wissenschaftl. Beilage zum Jahresbericht des Friedrich-Gymnasiums zu Berlin. 4. 18 S. Berlin, Weidmannsche Buchhandlung. 1901. M. 1,—.

Der Verfasser versucht auf Grund der Einwirkungen, welche die Vorgänge auf der Sonne in den meteorologischen Erscheinungen der Erde hervorbringen, einen Zusammenhang, dessen Träger von der Sonne ausgehende elektrische Wellen sein sollen, zu konstruieren und Erklärungen für diese Erscheinungen beizubringen.

Inwieweit das gelingt, mögen einige der Leitsätze darthun: „Wir sind also zu der Thatsache gelangt, dass der Erdmagnetismus in der sich bewegenden, leitenden Luft elektrische Ströme induziert. — Die meteorologischen Erscheinungen auf der Erde zeigen eine Periode von 13 Tagen, welche mit der halben Rotationsdauer der Sonne übereinstimmt. — Als beachtenswerte Störungstage im Jahre (in jedem? D. Ref.) sind anzunehmen Januar 1, 13, 25, Februar 8, 20 u. s. w. alle 12,5 Tage. —

Die Elektrizität ist die alleinige Ursache der Cyklonenbildung. — Der Einfluss des Mondes ist während des Sommerhalbjahres grösser als während des Winterhalbjahres." — Das mag hier genügen, nur möchte ich dem Herrn Verfasser, der sich doch eingehend mit dem Sonnenfleckenphänomen beschäftigt hat, noch bemerken, dass Rudolf Wolf seit 1850 Direktor der Sternwarte in Zürich und nicht Direktor des erdmagnetischen Instituts in Bern war.

Ambronn.

(Eingegangen 15. November 1904.)

E. Ariès, La Statique Chimique basée sur les deux principes fondamentaux de la Thermodynamique. gr. 8°. VIII u. 251 S. Paris, A. Herrmann. 1904.

Der Verfasser hat mit dem vorliegenden Werke in erster Linie ein Buch schaffen wollen, welches ganz im Sinne von Willard Gibbs, aber in leichter verständlicher Form die chemische Statik behandelt. Da die Darstellung aber immerhin noch sehr abstrakt geblieben ist, zumal der Verfasser leider es gänzlich verschmäht, irgendwelche experimentelle Belege heranzuziehen und nur sehr selten dem Verständnis durch eine Figur zu Hilfe zu kommen versucht, so kann ein näheres Eingehen auf das sonst lobenswerte Buch hier unterbleiben, besonders da wir in Deutschland selbst über eine Anzahl vorzüglicher Darstellungen auf diesem Gebiete verfügen.

E. Bose.

(Eingegangen 21. November 1904.)

M. W. Travers, Experimentelle Untersuchung von Gasen. Mit einem Vorwort von Sir William Ramsay: Übersetzt von T. Estreicher. 372 Seiten, 1 Tafel und 144 Abbildungen. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn. 1905. M. 9,—.

Mit dem vorliegenden Werke erwirbt sich die Verlagsbuchhandlung zweifellos das Verdienst, eine Lücke in der deutschen physikalischen Litteratur ausgefüllt zu haben. Die Technik des Arbeitens mit Gasen, welche Ramsay und seine Schüler zu so hoher Vollendung gebracht haben, wird hier in erster Linie eingehend behandelt. Alle auf die Untersuchung von Gasen bezüglichen Einzelheiten werden in einzelnen Kapiteln auseinander gesetzt, und auch der Übersetzer kommt in einem Kapitel über Verdampfungswärme verflüssigter Gase zum Wort. An Stelle vieler empfehlender Worte soll hier nur ein Überblick über das Inhaltsverzeichnis in Gestalt der Kapitelüberschriften gegeben werden. Der Inhalt gliedert sich in folgende Abschnitte: 1. Die fundamentalen Gasgesetze. 2. Quecksilberluftpumpen. 3. Handhabung der Gase, Hähne u. s. w. 4. Handhabung der Gase; Sammeln und Aufbewahren der Gase. 5. Darstellung von reinen Gasen. 6. Ablesen von Instrumenten. 7. Messen des Volumens. 8. Kalibrierung. 9. Gasanalyse. 10. Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. 11. Die Gase der Heliumgruppe. 12. Bestimmung der Dichte der Gase. 13. Zusammenhang zwischen Temperatur, Druck und Volumen über beschränkte Druckgebiete. 14. Beziehungen zwischen Temperatur, Druck und Volumen über weite Druck- und Temperaturgebiete. 15. Verflüssigung der Gase. 16. Handhabung der verflüssigten Gase. 17. Dampfdruck und kritische Grössen. 18. Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten. 19. Spezifische und Verdampfungswärme. 20. Effusion, Transpiration und Diffusion. 21. Brechungsvermögen. 22. Spektralanalyse. Anhang: Herstellung und Erhaltung konstanter Temperaturen. Wie man sieht, bietet das Buch dem Leser dieser Zeitschrift eine Fülle des Interessanten. E. Bose.

(Eingegangen 12. Dezember 1904.)

Unter **Berufung auf § 11 des Reichsgesetzes über die Presse vom 7. Mai 1874** ersucht Herr Justizrat Dr. J. Stranz als juristischer Bevollmächtigter des Herrn Dr. F. Frankenhäuser um Abdruck des folgenden Schreibens, welches wir hiermit ohne weiteren Kommentar wiedergeben, indem wir die Bewertung dieser Berichtigung getrost dem Urteile unserer Leser überlassen. Die Redaktion.

An die Redaktion der Physikalischen Zeitschrift.

Göttingen.

In No. 25 des Jahrganges 1904 Ihrer Zeitschrift bringt ein Herr Max Iklé eine äusserst scharfe Kritik meiner Schrift: „Die Wärmestrahlung" etc. (Zwanglose Abhandlungen aus dem Gebiete der Elektrotherapie und Radiologie und verwandter Disziplinen der medizinischen Elektrotechnik. Heft 2. Leipzig 1904.)

Soweit der Kritiker sein Urteil durch Thatsachen zu stützen sucht, sind dieselben ausnahmslos in irreführender Weise aus dem Zusammenhang gerissen und kommentiert.

1. Der Kritiker sagt:

„Wie will der Verfasser den Satz (S. 9) verteidigen: „Ebenso bietet die Drehung der Strahlen um ihre Achse (Torsion), welche sie in manchen Substanzen erleiden (z. B. im Traubenzucker die Lichtstrahlen) ein nur theoretisches Interesse." Es ist doch wohl kaum angängig, der Saccharimetrie ein nur theoretisches Interesse zuzusprechen."

Der Kritiker verschweigt hierbei, was er aus dem Titel, dem Vorworte und dem ganzen Zusammenhange der Arbeit wissen musste: dass es eben nicht die Aufgabe der vorliegenden Schrift war, diejenigen Dinge zu besprechen, welche ausschliesslich das Gebiet der Lichtstrahlung angehen; dass dies vielmehr in einer anderen Schrift („Das Licht als Kraft") vorweggenommen ist, zu welcher die kritisierte Schrift eine Ergänzung bildet. Die Saccharimetrie ist aber ein rein optisches Verfahren, und die Drehung (Torsion) der unsichtbaren Wärmestrahlen bietet thatsächlich nur ein theoretisches Interesse.

2. Der Kritiker schreibt:

„Unerklärlich ist dem Referenten auch, weshalb Verf. an einer Stelle (S. 28) Fahrenheitgrade anführt, an einer anderen Stelle von einer absoluten Temperatur von 1° C. (sic) spricht."

Der Referent verschweigt hierbei, dass gerade an dieser Stelle eine besondere Veranlassung vorlag, den Ausdruck in Fahrenheitgraden zu geben. S. 28 heisst es nämlich: „Bereits Temperaturunterschiede von $^1/_{50000}{}^0$ Fahrenheit sollen sich an demselben (sc. den Bolometer) bemerkbar machen." Es lag gar kein vernünftiger Grund vor, diesen klaren Bruch, welcher, wie aus dem ganzen Zusammenhang deutlich hervorgeht, aus Langleys Arbeit entstammt, durch Umrechnung in Celsiusgrade zu verunstalten. Graetz (Winkelmann, Handbuch der Physik **2**, 2, p. 137) bringt ihn genau in derselben Form.

Dass absolute Temperaturen ausschliesslich in Celsiusgraden gerechnet werden, ist jedem Physiker geläufig. Der Kritiker verschweigt aber, dass es für Mediziner, für welche die kritisierte Schrift geschrieben ist, nicht überflüssig,

sondern nützlich ist, ausdrücklich hieran zu erinnern.

3. Der Kritiker schreibt:

„Etwas eigenartig mutet auch die Besprechung der Thermosäule (S. 27—28) an: „Der Apparat besteht aus einer thermoelektrischen Säule. . ."

Der Kritiker verschweigt die Fortsetzung, welche lautet: „. . . deren eine Fläche berusst und der Strahlungsquelle zugewandt ist, während die andere der Strahlungsquelle abgewandt ist. Die Säule ist mit einem Galvanometer verbunden. Wenn die beiden Flächen gleiche Temperatur haben, so giebt die Säule keinen Strom, und das Galvanometer bleibt in Ruhe. Die geringste Strahlung wirkt erwärmend auf die geschwärzte Fläche, es entsteht Strom, welchen die Galvanometernadel anzeigt."

4. Der Kritiker schreibt:

„Die (S. 33) gemachten Angaben über die Diathermansie des Alkohols entsprechen auch nicht den Resultaten, welche von W. H. Julius, Ransohoff, Puccianti ermittelt worden sind."

Der Kritiker verschweigt, dass die Angaben sich mit den Resultaten von Nichols (Phys. Review **I**, p. 1, 1892. Vergl. Graetz in Winkelmanns Handbuch der Physik **2**, 2, p. 241) decken.

5. Der Kritiker schreibt:

„Wenn Verf. (S. 30) behauptet, dass die Thermosäule durch das Bolometer nach Svanberg u. Langley jetzt fast vollständig verdrängt sei, so scheint ihm die lineare Thermosäule nach Rubens unbekannt zu sein."

Der Kritiker verschweigt, dass dieselbe Ansicht von den angesehensten Lehrbüchern der Physik vertreten wird.

Graetz sagt (Winkelmanns Handbuch der Physik 1892, **2**, 2, p. 137) „Die Thermosäule ist jetzt für Messungen der Wärmestrahlung fast vollständig verdrängt vom Bolometer."

Wüllner (Lehrbuch der Experimentalphysik 1896, **2**, p. 193) sagt: „In neuerer Zeit wendet man statt der Thermosäule einen anderen Messapparat an" u. s. w. (sc. das Bolometer).

In Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik (1898, **2**, 2, p. 630) heisst es: „In neuerer Zeit (seit 1857) ist die Thermosäule durch ein noch empfindlicheres Instrument, das Bolometer, verdrängt worden."

H. Kayser (Handbuch der Spektroskopie 1900, **II**, p. 663) schreibt: „Das bei weitem wichtigste Instrument für die Untersuchung der ultraroten Teile der Spektren ist indes das Bolometer."

Die Unterstellung, dass mir die lineare Thermosäule unbekannt sei, macht mir der Kritiker ganz offenbar wider besseres Wissen. Denn die lineare Thermosäule ist selbstverständlich in der Arbeit erwähnt, und zwar auf derselben S. 30, drei Zeilen oberhalb der gerügten Stelle.

Sie haben eine Erwiderung auf diese seltsame Kritik brevi manu durch eine Karte vom 28. XII. 04, gezeichnet E. Bose „grundsätzlich" abgelehnt.

Hierdurch sehe ich mich genötigt, ganz gegen meine Gewohnheit und meinen Geschmack die Form vorstehender Berichtigung zu wählen, deren Abdruck nach den Bestimmungen des § 11 des Gesetzes über die Presse vom 7. V. 74 ich nunmehr hiermit fordere.

Berlin, 11. Januar 1904.

Hochachtungsvoll

F. Frankenhäuser.

Unser Rezensent, Herr Dr. Max Iklé, dem wir die vorstehende „Berichtigung" zur Kenntnisnahme vorlegten, erklärte uns, dass er sich zur Änderung seines Urteils über das besprochene Buch nicht veranlasst sieht.

Wir konstatieren dies mit Genugtuung und erwähnen nur, dass in der citierten Karte vom 28. XII. 1904 neben der „grundsätzlichen" Ablehnung auch die Meinung der Redaktion über den Wert des Streitobjektes deutlich geäussert war. Im übrigen wollen wir dem Urteile unserer Leser nicht vorgreifen. Die Redaktion.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Der o. Professor der Physik an der Universität Pavia, Dr. Michele Cantone, wurde zum Nachfolger E. Villaris als ord. Professor der Physik und Direktor des Physikalischen Instituts an der Universität Neapel ernannt.

Zum ausserordentlichen Professor und Direktor des Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie zu Göttingen wurde ernannt Prof. Dr. F. Dolezalek.

Dr. E. Sohnke wurde als Dozent der Mathematik und Mechanik an die Bergakademie in Berlin berufen.

Prof. Dr. H. Kneser wurde zum ordentlichen Professor der Mathematik an der Universität Breslau ernannt.

Die Lavoisier-Medaille wurde James Dewar für seine Arbeiten über die Verflüssigung der Gase verliehen.

Verliehen wurde dem o. Professor der Chemie an der Universität Czernowitz, Dr. Richard Pribram, der Titel eines Hofrats.

Der ord. Honorarprofessor der Meteorologie und Astronomie an der Universität Jena, Dr. Ernst Abbe, Begründer und bisheriger Leiter der Carl Zeiss-Stiftung, ist am 14. Januar, der ord. Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg Dr. Guido Hauck am 26. Januar gestorben.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.